NEDERLANDSCHE PHYTOPATHOLOGISCHE (PLANTENZIEKTEN-KUNDIGE) VEREENIGING.

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

PROF. DR. J. RITZEMA BOS, M. DE KONING,
IR. N. VAN POETEREN EN PROF. DR. H. M. QUANJER.

Twee en Dertigste Jaargang — 8e Aflevering — AUGUSTUS 1926

RHIZOCTONIA- EN OLPIDIUM-AANTASTING VAN BLOEMKOOLPLANTEN.

DOOR

JIKKE H. H. VAN DER MEER

INLEIDING.

In Mei 1925 stelde de heer Ir. J. LEENDERTZ CZN., Rijkstuinbouwconsulent te Utrecht, het Instituut voor Phytopathologie in kennis met een eigenaardig ziektegeval bij bloemkoolplanten, dat zich in een tuinderij nabij de stad Utrecht vertoonde. De planten van de variëteit „Haagsche vroege", gezaaid in September 1924 in bakken met baggeraarde en mest, groeiden volgens den kweeker tot krachtige „weeuwen" op. In Maart 1925 werden ze verplant op een sterk bemest terrein, gelegen aan den Krommen Rijn, hetwelk een jaar tevoren met een laag bagger bedekt was. Te velde bleven een aantal planten in den groei steken. Bij het bezichtigen in Mei zag men duidelijk op twee perceelen pleksgewijs tusschen de forsche planten klein gebleven, overigens groene exemplaren. Het wortelstelsel der „achterblijvers" was, vergeleken bij dat der grootere planten, zeer slecht ontwikkeld. Enkele bijzonder kleine stengels, slechts een paar bladeren dragend, konden zonder moeite uit den grond worden getrokken.

Bij een tweede bezoek in Juni bleken de meeste bloemkoolplanten door de ziekte heengegroeid, ofschoon hier en daar nog wel kleine exemplaren zonder of met kooltjes voorkwamen.

Aanvankelijk vreesde de kweeker slechts een geringen prijs voor de koolen te zullen krijgen, doordat zij vrij laat in den tijd voor verkoop geschikt zouden zijn. Echter het verlies is ten slotte zeer meegevallen. We hadden hier dus te doen met een ziekte, die zich in het voorjaar ernstig liet aanzien, maar die per slot van rekening geen groote schade veroorzaakte.

De slaplanten, die op hetzelfde perceel tusschen de koolplanten groeiden, vertoonden 't „achterblijven" niet, evenmin spinazie en Savoyekool op andere perceelen van hetzelfde terrein.

§ 1. MACROSCOPISCH EN MICROSCOPISCH ONDERZOEK DER „ACHTERBLIJVENDE" BLOEMKOOLPLANTEN.

De uitwendige verschijnselen deden vermoeden, dat de oorzaak in een ziekte der wortels gezocht moest worden.

Een nauwkeurig onderzoek van het in Mei verzamelde materiaal leerde, dat behalve lange, witte, gezonde zijwortels een aantal kleine, geel tot bruin gekleurde voorkwam, voornamelijk optredend aan de basis van den hoofdwortel. Soms waren hoogerop aan den stengel nieuwe wortels ontsproten.

De bruine worteldeeltjes bleken bij microscopisch onderzoek zoösporangiën en rustsporen van Olpidium te bevatten.

Ook tusschen het sterk ontwikkelde wortelstelsel der niet-achterblijvende, zgn. gezonde planten, bevonden zich vlak tegen den hoofdwortel aangedrukt dergelijke bruine worteltjes, die eveneens door Olpidium waren aangetast.

Deze voorstudie gaf den indruk, dat 't wortelstelsel *na* het verplanten in sterke mate van Olpidium had geleden, dat zich echter successievelijk nieuwe wortels hadden gevormd, waardoor 't mogelijk was, dat de planten min of meer door de ziekte eengroeiden.

Echter nog een tweede parasiet werd aangetroffen: vele worteltjes waren omsponnen door Rhizoctonia-draden en één der planten vertoonde aan de stengelbasis sclerotiën van genoemde schimmel.

Van het materiaal, dat in Mei en Juni was verzameld, werden totaal 13 planten onderzocht. Bij 11 er van kwam Olpidium, bij 5 Rhizoctonia voor. In een paar koolen van het veld werd *Plasmodiophora brassicae* WOR. aangetroffen, maar voor het verschijnsel van „achterblijven" kan deze parasiet geheel buiten beschouwing blijven.

§ 2. INFECTIEPROEVEN.

1. *Infectie met „zieken" grond uit Utrecht afkomstig.*

In de eerste plaats werd bloemkool in de kas gekweekt in potten met „zieken" grond. De heer TH. DE BRUYN uit Utrecht was zoo vriendelijk een hoeveelheid aarde van het terrein met „achterblijvende" bloemkoolplanten naar Wageningen op te

zenden. De grond werd verdeeld over 15 kleine en 7 grootere potten, waarvan 5 der eerste en 3 der laatste in de autoclaaf werden gesteriliseerd.

29 Juni 1925 werden in elk der kleine potten drie steriel opgegroeide bloomkoolkiemplantjes, die een paar dagen oud waren, en in elk der groote potten één kiemplant van ongeveer vier weken gebracht. De temperatuur in de kas schommelde van 10—25° C.

Bij deze en alle volgende proeven is steeds gewerkt met de bloemkoolvariëteit „Haagsche vroege".

De ziektesymptomen waren 't best op te merken aan de planten in de grootere potten. De drie contrôleplanten, groeiend dus in gesteriliseerde aarde, ontwikkelden zich krachtiger dan de vier andere, in „zieken" grond wortelend. Twee van deze planten bleven klein, hadden een dun stengeltje, vertoonden geen groei.

Het resultaat van 't onderzoek der planten in de kleine potten op 11 Augustus viel aldus uit:

Contrôle-planten: geen Olpidium en geen Rhizoctonia.

Van de 26 onderzochte planten in „zieke" aarde:

26 met Olpidium (zoösporangiën en rustsporen),

2 met Rhizoctonia,

1 met *Plasmodiophora brassicae*.

Den 1sten September vertoonden de drie contrôleplanten in de groote potten gezonde wortels, terwijl bij alle vier zieke planten Olpidium en bij drie er van duidelijk Rhizoctonia voorkwam.

De potproeven met „zieken" grond wezen dus eveneens op een algemeen optreden van Olpidium, terwijl Rhizoctonia Olpidium in tal van gevallen vergezelde.

Het was dus gewenscht, de werking van Rhizoctonia en Olpidium op bloemkool afzonderlijk na te gaan.

Gratz (4) beschreef een koolziekte, de zgn. „wirestem of cabbage" voor Amerika, welke gelijksoortige verschijnselen vertoonde als de kool in Utrecht en die bij toeschreef aan *Corticium vagum* B. en C.

Woronin (12) noemde *Chytridium Brassicae* Wor. de oorzaak van het omvallen van jonge koolplanten.

Volgens Tomsa (8) was de „Fallkrankheit" van Cruciferenkiemplantjes o.a. te wijten aan *Olpidium brassicae* Woron.

Mathilde Bensaude (1) vermeldde het voorkomen van Olpidium in de wortels van koolkiemplantjes, welke geheel normaal opgroeiden. Morphologisch leek de schimmel volgens Mathilde Bensaude zeer veel op de zwam, die Woronin beschreef.

2. *Infectie met Rhizoctonia.*

Het isoleeren van Rhizoctonia geschiedde van twee verschillende bloemkoolplanten, verzameld in Juni 1925. Stam K 9 werd gekweekt uit een worteltje en stam K 12 groeide op uit een sclerotium, dat aan den voet van een stengel voorkwam. Als voedingsbodem in de reinculturen diende peen.

Aangezien de bloemkoolplanten zoowel op het zaaibed als op het veld aan infectie konden zijn blootgesteld geweest, werden de volgende drie groepen van proeven ingezet:

a. Infectie met Rhizoctonia van den grond in den zaaibak en opnieuw infectie bij het verplanten.

b. Infectie in den zaaibak en bij 't verplanten geen infectie.

c. Geen infectie in den zaaibak, wel infectie bij het verplanten.

De grond van zaaibakken en potten werd in de autoclaaf gesteriliseerd, het bloemkoolzaad onderging een desinfectie met sublimaat 2 $^0/_{00}$ gedurende 20 minuten.

Voor de groepen *a* en *b* werd de grond van een zaaibak op 9 plaatsen met een hoeveelheid reincultuur van Rhizoctonia besmet. Boven die plekken kwamen de zaden te liggen. De contrôle-bakken ondergingen dezelfde behandeling met steriele peen, terwijl voor proef *c* gezaaid kon worden zonder meer.

Het resultaat dezer zaaibakbesmetting is samengevat in Tabel I, 1e helft. Het blijkt, dat na 1 week van de 36 zaden in de geïnfecteerde bakken slechts 17 $^0/_0$ is opgekomen, terwijl de opkomst in de niet-besmette pannen totaal 83 $^0/_0$ bedraagt.

Het wegblijven der kiemplantjes in de geïnfecteerde aarde was toe te schrijven aan een snelle en sterke aantasting van worteltje en zaadlobben, zoodra deze uit 't zaad te voorschijn kwamen. De opgegraven pantjes bestonden uit een weeke, blauwzwart gekleurde weefselmassa. Zoowel stam K 9 als K 12 werd gereïsoleerd. Ook de kiemplantjes, die aan 't daglicht waren getreden, stierven achtereenvolgens af. Drie weken na het zaaien kon tegenover een aantal van 32 in de vier niet-besmette bakken slechts 1 koolplantje in de vier infectie-zaaipannen vermeld worden.

Nadat de geïnfecteerde aarde in drie der bakken flink omgewerkt was, zoodat de Rhizoctonia-schimmel er meer verspreid in voorkwam, had een herhaling der proef plaats. Daarbij werden twee nieuwe contrôle-bakken aangelegd. De temperatuur in de kas bedroeg $\pm$ 20° C.

Volgens Tabel I, 2e helft was de opkomst van het zaad in de contrôle-bakken 95 $^0/_0$ en in de infectie-pannen 44 $^0/_0$. De meeste der ontwikkelde plantjes in besmetten grond vielen om door Rhizoctonia-aantasting. Drie weken na 't zaaien waren nog vier exemplaren in leven, waarvan één zeer klein.

TABEL I. ONTWIKKELING VAN BLOEMKOOL IN KUNSTMATIG MET RHIZOCTONIA (KOOL) BESMETTEN GROND.

TABLE I. DEVELOPMENT OF CAULIFLOWER IN SOIL ARTIFICIALLY CONTAMINATED WITH RHIZOCTONIA (CAULIFLOWER).

	Rhizoctonia-stam Rhizoctonia-strain	Gezaaid 12 Aug. Sown Aug. 12	Opgekomen 19 Aug. Developed Aug. 19		Aangetast en niet aan de oppervlakte gekomen. Attacked and not reached the surface of the soil	Overgebleven 2 Sept. Remained Sept. 2	Gezaaid 19 Aug. Sown Aug. 19	Opgekomen 2 Sept. Developed Sept. 2	Overgebleven 9 Sept. Remained Sept. 9
a	K 9	9	0	17 %	6	0	12	8	3
	K 12	9	1		8	0	11	5	0
b	K 9	9	4		4	1			
	K 12	9	1		7	0	11	2	1
contrôle controls		9	9	83 %		8	9	9	
		9	8			9	12	11	
c		9	4			6			
		9	9			9			

Uit Tabel I is op te maken, dat stam K 12 iets krachtiger werkte dan stam K 9.

Dus in sterk met Rhizoctonia besmette aarde levert bloemkoolzaad weinig of geen planten.

Thans diende infectie bij het verplanten te worden toegepast.

Voor proef *a* en *b* kwamen in aanmerking de drie overgebleven planten uit het bakje, geïnfecteerd met stam K 9. Het geringe aantal was oorzaak, dat alleen proef *b* werd uitgevoerd. Eind September ondergingen de drie exemplaren een overbrengen in potten met gesteriliseerden grond. Ter vergelijking geschiedde 't verplanten tevens met drie even oude contrôle-planten. Ongeveer drie weken later hadden de laatst genoemde zich goed ontwikkeld, doch twee der planten uit het geïnfecteerde zaaibed afkomstig waren niets gegroeid, vertoonden een bruin, zacht weefsel onderaan den stengel, terwijl haar bladeren slap hingen. De derde plant maakte nog een gezonden indruk. Evenwel na zes dagen tijds was deze duidelijk minder forsch dan de contrôle, ze had kleiner bladeren, dunnere bladstelen en korter en dunner hypocotyl; het microscoop toonde het voorkomen van Rhizoctonia op de wortels aan.

In de tweede plaats werd eind September proef *c* ingezet door 12 der ± 6 weken oude koolplantjes tegelijk met 12 gelijk ontwikkelde en even oude contrôle-planten van de zaaibakken in potten over te brengen. 6 planten ondergingen een infectie met stam K 9 en 6 met stam K 12. Tijdens 't verplanten werd een stuk peen overgroeid door de schimmel Rhizoctonia tusschen 't wortelstelsel verdeeld. De temperatuur in de kas schommelde van 10—20° C.

Ongeveer drie weken na de infectie bevonden zich de 12 contrôles in beste conditie, doch de 12 geïnfecteerde planten waren niet gegroeid en vertoonden de volgende ziekteverschijnselen: de bladeren waren meest slap, bij 7 planten bestond de stengelvoet uit een bruin, week weefsel, bij 4 had de stengelbasis een bruin, droog, ingesnoerd uiterlijk en bij 1 was de stengel nog niet aangetast. De planten met dunnen stengelvoet en wortel waren gemakkelijk uit den grond te trekken, er had zich bijna geen wortelstelsel ontwikkeld. Zij vertoonden een gelijksoortig beeld als de sterkst „achtergebleven" koolplanten op de tuinderij te Utrecht.

Beide stammen Rhizoctonia werden uit zieke planten opnieuw gekweekt.

Nadat op 19 October geïnfecteerde en contrôle-planten op acht na verwijderd waren en de besmette grond dooreengemengd was, had een herhaling der proef plaats met twee aan twee gelijk ontwikkelde, gezonde, twee maanden oude koolplanten. Reeds na een week was er verschil tusschen de beide reeksen te bespeuren, doordat de bladeren der geïnfecteerde partij na 't verplanten in erger mate slap hingen dan die der contrôles. Bovendien kenmerkten zich enkele der buitenste bladeren door 't bezit van een zachte, bruine plek aan de basis van hun steel. Vier dagen later hadden 3 der planten een weeken en 5 een dunnen, drogen stengelvoet (Pl. VI, fig. 1).

Alle geïnfecteerde planten, ook de vier, welke 19 October niet verwijderd waren, zagen er eind November alles behalve florissant uit: de buitenste bladeren waren verdord, de binnenste nog turgescent, de stengelbasis had een bruine plek. Een sterk contrast hiermee vormden de gezonde, frissche, flink gegroeide contrôle-planten.

De genomen infectieproeven leiden tot de conclusie, dat het „achterblijven" der bloemkoolplanten te Utrecht, wat de meest extreme gevallen betreft, op rekening gesteld kan worden van Rhizoctonia. De hoofdbron van infectie is waarschijnlijk in het veld te zoeken.

De vraag deed zich voor, of Rhizoctonia van de bloemkool

identiek is met *Hypochnus solani* P. en D. van de aardappelplant.

Ten einde deze vraag te kunnen beantwoorden, werden bloemkoolkiemplantjes onderworpen aan infectie met de Rhizoctonia-stammen van kool (K 9 en K 12) en met een Rhizoctonia-stam, geïsoleerd uit aardappel in 1925 door WELLENSIEK (9: zie blz. 236).

Uit gedesïnfecteerd bloemkoolzaad ontwikkelden zich in den gesteriliseerden grond van 6 zaaibakken gezonde kiemplantjes ten getale van 16 per bak. Dertien dagen na het zaaien ving het infecteeren aan. Aan den voet van elk kiemplantje werd even onder het oppervlak der aarde een stukje reincultuur van Rhizoctonia gebracht of wel in 't geval der contrôles een klompje steriele peen. De temperatuur in de kas schommelde van 10 tot 20° C.

TABEL II. INFECTIE VAN BLOEMKOOLKIEMPLANTEN MET RHIZOCTONIA-STAMMEN UIT KOOL EN AARDAPPEL AFKOMSTIG.

TABLE II. INOCULATIONS OF CAULIFLOWER SEEDLINGS WITH RHIZOCTONIA-STRAINS ISOLATED FROM CAULIFLOWER AND FROM POTATO.

Rhizoctonia-stam Rhizoctonia-strain	Gezaaid 14 Nov. Sown Nov. 14	Geïnfecteerd 27 Nov. Inoculated Nov. 27	Omgevallen 30 Nov. Showing "damping off" Nov. 30	Omgevallen 2 Dec. Showing "damping off" Dec. 2	Omgevallen 5 Dec. Showing "damping off" Dec. 5	Gezaaid 14 Dec. Sown Dec. 14	Geïnfecteerd 28 Dec. Inoculated Dec. 28	Omgevallen 4 en 7 Jan. Showing "damping off" Jan. 4 and 7
K 9	16	15	0	6	14	16	15	12
K 12	16	14	1	14	14	16	13	13
Aardappel (potato)	16	16	0	0	0	16	11	0
Aardappel (potato)	16	14	0	0	0	16	15	0
Contrôle .. (controls)	16	16	0	0	0	16	14	0
Contrôle .. (controls)	16	15	0	0	0	16	14	0

Het resultaat van deze proef is aangegeven in Tabel II, 1e helft. Acht dagen na de infectie had stam K 12 100 % en stam K 9 93 % van de plantjes aan de basis aangetast. De bakken met de aardappel-Rhizoctonia-infectie telden evenmin als de contrôle-pannen eenig slachtoffer. Pl. VI, fig. 2 geeft den toestand weer,

zooals die vijf dagen na de infectie was. Het aantal omgevallen plantjes is op de afbeelding iets kleiner dan in de tabel staat vermeld, omdat een paar exemplaren voor nader onderzoek waren verwijderd. Het zachte weefsel aan den voet van het hypocotyl bleek grootendeels doorwoekerd met mycelium van Rhizoctonia. Reïsolatie van stam K 9 zoowel als K 12 had plaats.

Bovengenoemde proef werd herhaald met een frisch geïsoleerden Rhizoctonia-stam van aardappel, gekweekt uit de sclerotiën op knollen. Het resultaat was hetzelfde. De tweede helft van Tabel II leert, dat stam K 12 100 %, stam K 9 80 % en Rhizoctonia van aardappel 0 % van de koolplanten aantastte. De beide kool-Rhizoctonia's werden uit ziek materiaal opnieuw geïsoleerd.

Uit Tabel II valt af te leiden, dat stam K 12 krachtiger werkzaam was dan stam K 9, hetgeen reeds naar aanleiding van Tabel I is opgemerkt.

Ook oudere koolplanten gedroegen zich ten opzichte van de Rhizoctonia-stammen, uit kool en aardappel afkomstig, zeer verschillend.

Den 31en December werden 38 ongeveer 6 weken oude kiemplanten verspeend, telkens 1 per pot. Twaalf dagen later had infectie plaats bij 14 planten met aardappel-Rhizoctonia, bij 7 met stam K 9 en bij 7 met stam K 12, terwijl 10 als contrôle fungeerden. De temperatuur in de kas schommelde ongeveer van 10—20° C. Na 6 dagen had stam K 9 alle planten, stam K 12 6 van de 7 aangetast. De overige koolplanten waren eind Januari nog volkomen gezond. Beide stammen van kool-Rhizoctonia werden opnieuw geïsoleerd.

Ten slotte dient nog besproken de uitwerking van de kool-Rhizoctonia op de aardappelplant.

De infectie geschiedde 20 Juli '25 door 't plaatsen van een stuk peen, met Rhizoctonia overwoekerd, tusschen de spruiten van Eigenheimer-knollen, die elk in een pot met gekookte aarde gepoot werden. Zes ondergingen de behandeling met stam K 9, zes met stam K 12 en zes met den stam, geïsoleerd uit aardappel (9), terwijl een zestal als contrôle opgroeide. Aanvankelijk ontwikkelden de planten zich in de kas, naderhand werden de potten op het veld ingegraven. Nergens trad een Hypochnus-vorm op. Den 6den November werden de knollen van elke plant afzonderlijk gerooid en op de aanwezigheid van sclerotiën en mycelium van Rhizoctonia onderzocht. De uitslag was als volgt:

Contrôle: totaal 96 knollen: 0 % met scler. of myc.

Infectie met stam K 9: totaal 125 knollen: 46 % met scler., 36 % met myc., 18 % gezond.

Infectie met stam K 12: totaal 107 knollen: 64 % met scler., 20 % met myc., 16 % gezond.

Infectie met aardappel: totaal 158 knollen: 85 % met scler., 11 % met myc., 4 % gezond.

De aardappel-Rhizoctonia had dus de sterkste vorming van sclerotiën veroorzaakt, echter ook de beide koolstammen ontwikkelden kleine sclerotiën op de knollen.

Nogmaals werd een proef ingezet, om de aantasting van den stengel der aardappelplant na te gaan. Het poten van 35 Eigenheimer-knollen met spruiten in 35 potten met gesteriliseerde aarde had 29 Januari 1926 in de kas plaats. Elf dagen later nam het infecteeren een aanvang. Aan de basis der jonge, juist boven den grond verschenen stengels werd een hoeveelheid reincultuur gebracht. Acht planten ondergingen de infectie met stam K 9, acht met stam K 12 en elf met de aardappel-Rhizoctonia. Ter vergelijking dienden 8 contrôle-knollen.

Toen de planten 23 Maart aan een onderzoek werden onderworpen, bleken de 8 contrôles en de 16 kool-Rhizoctonia-infecties geen ziek materiaal op te leveren. Slechts aan 1 stengel, besmet met stam K 9, was een klein, bruin vlekje te bespeuren. De aardappel-Rhizoctonia gaf echter een ander resultaat. Acht van de elf geïnfecteerde planten vertoonden bruine, ingezonken plekken aan de ondergrondsche stengeldeelen. De aangetaste spruiten waren vaak klein gebleven of soms half afgestorven.

De proeven leeren dus, dat de kool-Rhizoctonia in physiologisch opzicht verschilt van *Hypochnus solani* P. & D. van de aardappelplant.

Gratz (4) verkreeg dezelfde resultaten. Ook in zijn experimenten toonde de *Corticium vagum*-stam van kool zich physiologisch verschillend van dien van aardappel. Echter de Hollandsche kool-Rhizoctonia vormde duidelijke, kleine sclerotiën op de aardappelknollen van geïnfecteerde planten, terwijl de Amerikaansche stam daartoe niet in staat bleek.

3. *Infectie met Olpidium.*

Daar Olpidium in zijn voeding uitsluitend op levende plantendeelen is aangewezen, stuitte het maken van een reincultuur op grooter moeilijkheden dan dit bij Rhizoctonia het geval was. Twee wegen werden ingeslagen: ten eerste werd Olpidium gekweekt op steriele kiemplantjes van kool in buizen en ten tweede op koolplantjes in gesteriliseerde aarde. Andere schimmels konden geheel worden buitengesloten. Daar de tweede methode de grootste hoeveelheid besmettingsmateriaal leverde, vond zij bij het nemen der infectieproeven toepassing.

Zoodra zich uit gedesinfecteerde bloemkoolzaden in een petrischaal met Knop's oplossing-agar kiemplantjes hadden ontwikkeld, werden een paar afgespoelde wortels van een zieke koolplant uit Utrecht in een kleine hoeveelheid water gelegd. Reeds na 5 à 10 minuten kwamen de zoösporen van Olpidium vrij. Het water werd door een lapje batist gefiltreerd en een druppel van 't filtraat onder het microscoop gebracht. Door weinig licht te laten doorvallen, zag men reeds bij zwakke vergrooting de zwermsporen sprongsgewijze zich voortbewegen. Was een voldoende aantal zoösporen aanwezig, dan ontving elk worteltje der steriele kiemplantjes in de petrischaal een druppel van het filtraat. Enkele der plantjes werden na een paar dagen onderzocht. Het bleek, dat de worteltjes vele zoösporangiën bevatten, terwijl van andere schimmels geen spoor was te ontdekken. Twee of drie van dergelijke geïnfecteerde plantjes ontwikkelden zich verder in een potje met gesteriliseerden grond, waarin nog wat gedesinfecteerd koolzaad werd gestrooid, om over een flinke quantiteit culture te kunnen beschikken. Als grondsoort kwam in aanmerking de reeds genoemde Utrechtsche aarde en verder de Aalsmeersche bagger. De keuze viel op die beide sterk vochthoudende bodems, omdat vermoed werd, dat de aanwezigheid van water gunstig op de Olpidium-infectie zou inwerken. Een overvloedige begieting vond dan ook toepassing. De vrijkomende zoösporen moesten steeds weer de gezonde worteldeelen besmetten.

Wanneer voor de proeven infectiemateriaal noodig was, werden de planten uit de potjes geschud, afgewasschen en de zoösporen in een hoeveelheid water opgevangen. Besmetting had plaats, door met 't gefiltreerde vocht de planten te begieten. Van tijd tot tijd werd de voorraad Olpidium-zieke koolplantjes aangevuld.

De eerste infectieproef met Olpidium was evenals die met Rhizoctonia in drie groepen verdeeld:

a. Infectie in den zaaibak en opnieuw bij 't verplanten.
b. Infectie in den zaaibak en bij het verplanten geen infectie.
c. Geen infectie in den zaaibak, wel infectie bij het verplanten.

De zaaipannen en potten met aarde waren vooraf in de autoclaaf gesteriliseerd.

Voor proef *a* en *b* geschiedde de eerste infectie als volgt:

Steriele kiemplantjes van kool, ontwikkeld in een petrischaal met Knop's oplossing-agar, werden elk afzonderlijk in een druppel steriel water op een steriel voorwerpglas gebracht gelijk met een klein stukje afgewasschen wortel van een koolplantje, opgegroeid in een potje met „zieken" grond. Vier aldus behan-

delde objectglazen kwamen in een petrischaal, waarvan het deksel met nat filtreerpapier was bekleed, in een vochtige atmosfeer te liggen. Wanneer na een minuut of vijf uit microscopisch onderzoek viel op te maken, dat een voldoende hoeveelheid zoösporen rondkrioelde en geen schimmeldraden den druppel verontreinigden, werd het zieke wortelstukje verwijderd, het plantje een paar keer in 't vocht heen en weer bewogen en daarna het voorwerpglas in de schaal teruggebracht. Den volgenden dag waren de zwermsporen reeds gedeeltelijk binnengedrongen. Voorzichtig werden toen de plantjes in de zaaibakken geplant.

De contrôle-kiemplantjes ondergingen dezelfde behandeling met steriel water.

Aldus waren 18 Augustus '25 voor proef *a* en *b* in orde gemaakt:

4 zaaibakken elk met 9 contrôle-plantjes en

4 zaaibakken elk met 9 geïnfecteerde plantjes.

Twee contrôle- en twee infectie-bakken werden normaal, de andere extra sterk begoten. In hoofdzaak moesten telkens de vrijkomende zoösporen voor nieuwe infectie zorg dragen, soms ontvingen de planten een hoeveelheid zoösporen-bevattend water (zie blz. 218).

Wat proef *c* betreft, deze bestond uit 4 bakken, in elk waarvan op 12 Augustus 9 gedesinfecteerde zaden waren gebracht.

Het resultaat van proef *a* en *b* was den 2den September als volgt:

De sterk begoten partij had zich beter dan de andere ontwikkeld. De onderlinge vergelijking leerde, dat in 't algemeen de geïnfecteerde planten iets kleiner waren dan de contrôles, groot was 't verschil echter niet. Van één der besmette exemplaren werd het wortelstelsel onderzocht: alle wortels zaten vol zoösporangiën, ook waren vele rustsporen aanwezig.

Verplanten had plaats den 17den September, waarbij het wortelstelsel vooraf een kunstmatige inkorting onderging. Er werd namelijk verondersteld, dat Olpidium de grootste schade zou teweegbrengen aan koolplanten, die door 't verspenen aanmerkelijk waren verzwakt. Bij 't etiquetteeren verkregen telkens een ongeveer gelijk ontwikkelde contrôle- en besmette plant hetzelfde nummer. Elk exemplaar werd afzonderlijk in een pot gezet.

Er waren drie groepen van planten:

a. 14 planten, die opnieuw werden geïnfecteerd, met 14 contr.
b. 12 „ „ niet meer „ „ „ 12 „
c. 14 „ „ nu pas „ „ „ 14 „

Ook nu was de eene helft aan een normale, de andere aan een overvloedige begieting onderworpen. Infectie geschiedde van

tijd tot tijd door het toevoegen van een bepaalde hoeveelheid water met zoösporen.

6 October werden de planten nader onderzocht:

a.	2	van de	7	normaal begoten	planten	waren iets minder ontwikkeld dan de contrôleplanten.
	4	,, ,,	7	sterk ,,	,,	
b.	1	,, ,,	6	normaal ,,	,,	
	1	,, ,,	6	sterk ,,	,,	
c.	3	,, ,,	7	normaal ,,	,,	
	2	,, ,,	6	sterk ,,	,,	

Uit de proeven viel dus te concludeeren, dat een geringe vertraging in den groei van bloemkoolplanten te velde veroorzaakt kan worden door een aantasting van Olpidium na het verplanten, al of niet voorafgegaan door een infectie op het zaaibed. Het microscopisch onderzoek der wortels leerde, dat in het algemeen Olpidium rijker vertegenwoordigd was in de extra vochtig gehouden dan in de normaal besproeide koolplanten.

Dat een groot watergehalte van den bodem de infectie met Olpidium zeer in de hand werkt, bleek voorts uit de volgende proef:

Kool werd gezaaid in twee kleine potten met „zieken" Utrechtschen grond. Gedurende 26 dagen ontving de eene totaal 440 c.M.^{3}, de andere 130 c.M.^{3} water. In de vochtige aarde ontwikkelden de planten zich verreweg 't best. Van elke partij werden 10 willekeurig gekozen worteltjes onderzocht: bij de weinig begoten exemplaren was Olpidium in 2, bij de sterk besproeide in alle 10 worteltjes aanwezig.

Een groot aantal regendagen en een weinig doorlaatbare bodem zijn dus factoren, die de Olpidium-ziekte sterk zullen bevorderen. Nu telden de maanden Maart, April en Mei van het jaar 1925 vele dagen met neerslag. De waarnemingen te De Bilt waren als volgt:

	Neerslag 0.1 m.M. of meer	Hoeveelheid
Maart	17 dagen	40 m.M.
Maart (gem. over 1881—1905)	13 „	49 „
April	15 „	48 „
April (gem. over 1881—1905)	12 „	43 „
Mei	17 „	76 „
Mei (gem. over 1881—1905)	12 „	52 „

Tevens was de aarde van het „zieke" terrein slecht doorlaatbaar. Beide factoren werkten dus in de hand, dat de zoösporen volop gelegenheid hadden te ontsnappen en andere wortels op te zoeken en binnen te dringen.

Daar tot dusver de kunstmatige infectie met Olpidium slechts tot een gering achterblijven in groei van bloemkoolplanten had geleid, werd getracht kool aan een intensievere besmetting te onderwerpen.

In twee potjes met gesteriliseerde Utrechtsche aarde werd een gelijke hoeveelheid bloemkoolzaad gebracht. Beide partijen ontvingen veel, doch precies dezelfde quantiteit vocht. De temperatuur in de kas schommelde van 10—20° C. Vanaf het tijdstip, dat de plantjes te voorschijn kwamen, verkreeg één der potjes iederen dag eenig water, dat zwermsporen van Olpidium bevatte. Het was na twee weken goed zichtbaar, dat de geïnfecteerde plantjes iets minder hard gegroeid waren dan de contrôles. Er had zich behalve de zaadlobben één stengelblaadje ontwikkeld. De grootte van 't stengelblad was een maatstaf tot rangschikking der plantjes in drie groepen: met klein, middelgroot en groot blad.

	1e groep	2e groep	3e groep
Verdeeling der 26 contrôle-planten	10 pl.	8 pl.	8 pl.
„ „ 26 geïnfect. „	9 pl.	13 pl.	4 pl.

Meting van het hypocotyl leidde tot de volgende verschillen:

Lengte van het hypocotyl	Aantal contrôle-planten	Aantal geïnfecteerde planten
1½—2 cM.	1	6
2½—3 cM.	9	12
3½—4 cM.	13	8
4½—5 cM.	3	0

Het wortelstelsel der geïnfecteerde planten was over het geheel geler van tint dan dat der contrôles. Het microscopisch beeld der zieke wortels toonde een groote hoeveelheid zoösporangiën.

Het bleek, dat ook een voortdurende toevoeging van zoösporen tot een geringe groeivertraging der koolplanten aanleiding gaf.

Vervolgens werd onder oogen gezien, of een sterke aantasting door Olpidium de koolplanten mogelijk minder bestand deed zijn tegen droogte.

In vier zaaipannen met gesteriliseerde aarde groeiden per bak ongeveer honderd koolplantjes op. De bakken werden alle gelijkmatig begoten. Spoedig, nadat de zaadlobben zich hadden ontplooid, begon de infectie met zoösporen-bevattend water in twee der zaaipannen. Van 24 April '26 tot 5 Mei had de besmetting achtmaal plaats. Daarna brak de droge periode aan. Tot 10 Mei werd slechts 30 cM^3 water aan elken bak toegevoegd. Van vlugger verwelken der geïnfecteerde plantjes was echter geen sprake. Den 11den Mei begon het gieten en besmetten opnieuw. Van dit tijdstip af werd een andere methode toegepast.

Een paar flink ontwikkelde koolplanten, elk groeiend in een pot met gesteriliseerden grond, waren kunstmatig met Olpidium besmet. De diverse wortels fungeerden als zoösporen-reservoir, dat van tijd tot tijd geledigd kon worden. Daartoe werd één der potten van buiten schoon gewasschen, op een steriele petrischaal geplaatst en sterk begoten. Nadat het vocht een tijdlang was doorgesijpeld, bleek uit microscopisch onderzoek, dat in het lekwater een groot aantal zoösporen van Olpidium rondkrioelde. Op die wijze verkreeg men een groote hoeveelheid infectie-vloeistof. Na een dag of wat hadden zich genoeg nieuwe sporangiën gevormd, zoodat opnieuw tot aftappen kon worden overgegaan.

Op 17 Mei had overplanten van telkens vier kiemplanten in potten met gesteriliseerden grond plaats. Acht der potten waren gevuld met Utrechtsche aarde, de andere met een mengsel van klei, turfmolm, zand en mest. De geïnfecteerde en contrôle-planten stonden naar de grootte gerangschikt in dezelfde volgorde aan weerszijden van de kas. Besmetting geschiedde van 18—22 Mei driemaal, van 28 Mei—4 Juni vijfmaal en van 10—14 Juni driemaal. De tusschenliggende data waren droogte-perioden, tijdens de laatste bevonden de planten zich buiten in de zon.

Den 15den Juni kwamen de planten voor onderzoek in aanmerking. Te beginnen met de oorspronkelijk grootste werden 5 infectie- en 5 contrôle-partijtjes gevormd en tot bosjes gebonden.

Er was zorg gedragen, dat de twee aan twee bij elkaar behoorende bossen een gelijke dikte hadden. Het verschil in grootte was goed zichtbaar (vergel. Pl. VI, fig. 3).

In de Utrechtsche aarde (1e bos) waren de planten niet zoo sterk gegroeid als in het grondmengsel der overige potten.

Ook in gewicht onderscheidden de partijen zich aanmerkelijk.

Contrôle-bos 1,	12	planten,	woog	73 Gr.
(Control-bunch)			(weighed)	
Infectie -bos 1,	12	,,	,,	55 Gr.
(Inoculated-bunch)				
Contrôle-bos 2,	16	,,	,,	150 Gr.
Infectie -bos 2,	16	,,	,,	98 Gr.
Contrôle-bos 3,	31	,,	,,	213 Gr.
Infectie -bos 3,	31	,,	,,	150 Gr.
Contrôle-bos 4,	32	,,	,,	185 Gr.
Infectie -bos 4,	32	,,	,,	180 Gr.
Contrôle-bos 5,	39	,,	,,	210 Gr.
Infectie -bos 5,	39	,,	,,	155 Gr.

Voorts werden de 59 planten der eerste drie partijen onderling vergeleken, door verschillende metingen uit te voeren. Het resultaat er van is weergegeven in Tabel III.

Al leidde het uitdrogen der aarde dan ook niet tot snellere verwelking der geïnfecteerde koolplanten, uit Tabel III is duidelijk op te maken, dat Olpidium een achterblijven in groei veroorzaakte. Het is dus zeer waarschijnlijk, dat Olpidium bij de groeivertraging der bloemkool in Utrecht een rol heeft gespeeld.

In geen der infectieproeven was ooit sprake van eenige rotting van het parenchymatisch weefsel onderaan het hypocotyl der koolkiemplantjes, zooals Woronin (12) aangaf voor *Chytridium Brassicae*.

Veelmeer kwam het bestudeerde ziektegeval overeen met de beschrijving eener Olpidium-aantasting van kool door Mathilde Bensaude (1). Terwijl zij in Wisconsin werkte aan een wortelziekte van tomaat en tabak, merkte zij Olpidium in de wortels op. Het zaaien van kool in den besmetten grond leidde tot volkomen normale plantjes, ofschoon uit nader onderzoek bleek, dat de wortels sterk geïnfecteerd waren.

De fungus Olpidium gevonden door Mathilde Bensaude in Amerika en door schrijfster in Holland geleek morphologisch veel op de schimmel beschreven door Woronin. Deze auteur echter vond Olpidium ook in het hypocotyl en de Olpidiumsoort, waarvan in dit stuk sprake is, kwam in het hypocotyl niet voor. Woronin sprak slechts over ronde zoösporangiën, die ieder van één hals waren voorzien. Mathilde Bensaude en schrijfster daarentegen namen behalve bolvormige ook langwerpige zoösporangiën waar. De zeer langgerekte sporangiën droegen twee tot zes halzen.

De Wildeman (10 en 11) beschrijft als aparte soort *Olpidium Borzii*, in 1896 genoemd *Olpidium radicicolum*, welke langwerpige zoösporangiën met één tot vele halzen vormt. Deze fungus werd

TABEL III. GEMIDDELDE MATEN VAN HYPOCOTYL, STENGEL EN BLADEREN, UITGEDRUKT IN C.M. VAN 59 AL- EN NIET MET OLPIDIUM GEÏNFECTEERDE BLOEMKOOLPLANTEN.

TABLE III. RESULTS OF MEASURING HYPOCOTYLS, STEMS AND LEAVES OF 59 CAULIFLOWER SEEDLINGS ARTIFICIALLY INOCULATED WITH OLPIDIUM AND OF 59 CONTROLS.

	Lengte hypocotyl Length of hypocotyl	Lengte stengel Length of stem	Dikte stengel Thickness of stem
Contrôle-planten .... Control plants	5,06	8,04	0,53
Geïnfecteerde planten Inoculated plants	4,83	6,73	0,45

	Lengte steel Length of petiole	Lengte bladschijf Length of lamina	Breedte bladschijf Breadth of lamina
1e blad. 1st leaf			
Contrôle planten....	5,51	4,68	2,91
Geïnfecteerde planten	5,80	4,70	2,76
2e blad.			
Contrôle planten....	6,85	6,65	3,94
Geïnfecteerde planten	6,22	5,82	3,40
3e blad.			
Contrôle planten....	9,39	8,09	4,65
Geïnfecteerde planten	8,47	7,14	4,10
4e blad.			
Contrôle planten....	10,17	10,51	5,96
Geïnfecteerde planten	9,27	9,32	5,32
5e blad.			
Contrôle planten....	9,14	9,04	5,62
Geïnfecteerde planten	8,12	7,91	5,00
6e blad.			
Contrôle planten....	5,34	6,02	3,94
Geïnfecteerde planten	4,09	4,79	3,11
7e blad.			
Contrôle planten....	1,67	2,78	1,71
Geïnfecteerde planten	1,00	1,82	1,10

gevonden in de wortels van *Brassica oleracea* en *Capsella bursa-pastoris*.

Voordat met zekerheid de soort Olpidium van kool kan beschreven worden, zal het noodig zijn van één enkele zoöspore uit te gaan, om te bestudeeren, of ronde en langwerpige zoösporangiën beide bij één en dezelfde soort voorkomen.

Daar Woronin geen enkele infectieproef heeft genomen, is het de vraag, of de door hem microscopisch waargenomen *Olpidium Brassicae* werkelijk de oorzaak van het omvallen der koolkiemplantjes was. De ziekte trad op in het voorjaar, wanneer de plantjes zich nog in de mestbedden bevonden. Kan Rhizoctonia of *Pythium de Baryanum* Hesse daarbij geen rol gespeeld hebben?

§ 3. Het voorkomen van Olpidium in kool en andere planten.

Olpidium schijnt vrij algemeen in koolplanten op te treden. De zwam werd waargenomen in achterblijvende bloemkool, afkomstig uit een tuinderij in de buurt van Amsterdam en bij overigens gezond uitziende koolplanten van Koedijk.

De eigenaar van het reeds besproken terrein te Utrecht, de heer Th. de Bruyn, was zoo vriendelijk aan onze wenschen tegemoet te komen, en op drie plekken buiten de zieke bloemkoolvelden een partijtje „Haagsche vroege" te zaaien. Oogenschijnlijk groeiden de planten volkomen gezond op. Van twintig exemplaren uit elke groep werd successievelijk één stukje wortel microscopisch bekeken. Het percentage, dat Olpidium bevatte, bedroeg achtereenvolgens 100, 95 en 95. De bodem van het geheele terrein bleek dus met Olpidium besmet te zijn. Midden September waren in een perceel groene kool eenige slechte groeiers op te merken. Het microscopisch onderzoek der wortels wees op een sterke infectie met Olpidium.

Ten einde na te gaan, of Olpidium ook in een of meer onkruiden voorkwam, werden in Juni 1925 op het „zieke" koolveld te Utrecht eenige exemplaren verzameld van: *Urtica urens* L., *Solanum nigrum* L., *Euphorbia* spec., *Stellaria media* Cyrillo, *Lamium purpureum* L., *Polygonum Persicaria* L. en *Chenopodium album* L. De microscopische studie der wortels gaf in alle gevallen behalve voor *Chenopodium album* een negatief resultaat.

Volgens Sorauer (7) vond K. Preissecker *Olpidium nicotianae*, waarschijnlijk een variëteit van *Olpidium brassicae*, welke geelzucht der tabaksplantjes veroorzaakte, ook in de wortels van *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea* en koolkiemplantjes.

Grenzend aan het koolveld te Utrecht lag een perceel met bieteplantjes. Merkwaardigerwijs werden in de wortels hiervan zoösporangiën en een rustspore van Olpidium aangetroffen.

Mathilde Bensaude (1) vermeldde het optreden van Olpidium in de wortels van tabak en kool, welke planten zich normaal ontwikkelden.

Peters en Schwartz (6) schreven evenals Preissecker de zgn. geelzucht van tabakskiemplantjes, waarbij de aangetaste exemplaren aan de basis rotten en omvielen, aan *Olpidium Brassicae* (Wor.) toe. Deze ziekte trad herhaaldelijk in Dalmatië en Oostenrijks-Galicië in de zaaibedden op, waar de tabak door ongunstige uitwendige factoren te lijden had.

Den 10den September 1925 werd in een potje met „zieken" Utrechtschen grond kool en tabak beide gezaaid. De plantjes ontwikkelden zich zonder bepaalde ziekteverschijnselen te vertoonen. Den 21sten December leerde het microscopisch onderzoek der wortels van 5 tabaks- en 5 koolplanten, dat de eerstgenoemde geen, de laatste 100 % Olpidium herbergden.

Hetzelfde resultaat gaf de zoösporen-besmettingsproef van kool en tabak, groeiend in een pot gesteriliseerde aarde. Olpidium bleek aanwezig te zijn in alle zestien koolplanten en in geen der twintig tabaksplantjes.

Olpidium van kool was dus niet in staat tabak te infecteeren. Van de andere acht verschillende plantensoorten kwam Olpidium in geringe mate bij twee Chenopodiaceeën voor, n.l. biet en *Chenopodium album*. Olpidium van kool schijnt dus vrij sterk gespecialiseerd te zijn.

§ 4. Het binnendringen van Olpidium in de bloemkoolplant.

Olpidium vormt in de epidermis der koolwortels bolvormige of langwerpige zoösporangiën. Hieraan ontwikkelen zich bij rijpheid buisvormige verlengsels, de z.g. „halzen", waaruit de zoösporen te voorschijn treden.

Aangezien Marchal (5) voor *Asterocystis radicis* d. Wild. een zwakke oplossing van joodjoodkali als kleurmiddel gebruikte, werd betreffende Olpidium een proef genomen met chloorzinkjodiumoplossing, die toevallig direct bij de hand was. Het plasma der nog niet gerijpte sporangiën kleurde zich roodbruin, de zoösporen-inhoud geelbruin. Liet men bij een preparaat met rondzwemmende zoösporen een weinig chloorzinkjood aan den rand van het dekglas toevloeien, dan werd duidelijk één

trilhaar aan elke zwermspore waargenomen. Het bolvormig lichaam der zoöspore is 3 μ in diameter, het flagel heeft een lengte van 14 à 15 μ.

De eerste waarneming omtrent het binnendringen van Olpidium geschiedde begin Juni 1925. Den 28sten Mei werd in sublimaat 2 $^0/_{00}$ ontsmet bloemkoolzaad in petrischalen met wateragar te kiemen gelegd. Infectie had 2 Juni plaats, door in een druppel leidingwater rondom de jonge worteltjes een stukje wortel van zieke kool uit Utrecht te brengen. Vooraf was microscopisch vastgesteld, dat het toegevoegde materiaal zoösporangiën van Olpidium bevatte. De schalen werden geplaatst in een vertrek, waar een temperatuur van 8—10 ° C. heerschte. Den volgenden dag bleek uit microscopisch onderzoek van één der plantjes, dat de zoösporen bezig waren in de wortelharen naar binnen te dringen (Pl. VII, fig. 1 en 2). Dwars door den wand van een wortelhaar heen ledigden de zwermsporen hun inhoud, welke als afgerond of langwerpig klompje in het inwendige van het wortelhaar zichtbaar was. Aan den buitenkant kleefden de resteerende dunne, ronde huidjes der zoösporen. Verdere bijzonderheden werden niet waargenomen, want al spoedig trad plasmolyse in de wortelharen op. Van 4 tot 10 Juni groeide het plantje op in een potje met gekookten grond, waarna het voor microscopisch onderzoek in aanmerking kwam. Er waren zoösporangiën aanwezig en nadat het preparaat gedurende een dag bij kamertemperatuur bewaard was, hadden zich de typische „halzen" ontwikkeld. Er had dus blijkbaar hier en daar volkomen infectie plaats gevonden.

Deze voorloopige waarneming bevestigde het vermoeden van Chupp (2): „The organism (Olpidium) evidently enters by way of the root hairs." Chupp kreeg Olpidium toevallig onder oogen tijdens zijn studie over *Plasmodiophora brassicae* Wor. Hij beschreef 2—12 vreemde kernen van 3—4 μ diameter in wortelharen en epidermiscellen, die kleiner waren dan de kernen der hospescellen en deelde daaromtrent mede: „They appear to be entire swarmspores containing no visible cytoplasm."

Voordat tot een nauwkeuriger studie omtrent het binnendringen van Olpidium werd overgegaan, was het van belang den invloed van de temperatuur op de infectie te bepalen, opdat onder optimale omstandigheden gewerkt kon worden.

Daartoe werd gedesinfecteerd bloemkoolzaad in zes petrischalen met Knop's oplossing-agar te kiemen gelegd. Zes dagen later ontvingen tien jonge worteltjes in elk der schalen een druppel water, dat zoösporen van Olpidium bevatte. Onmiddellijk daarna werden de schalen geplaatst in thermostaten

van verschillende temperatuur: 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, en 30° C. Na een verblijf van vier dagen in genoemde ruimten geschiedde het microscopisch onderzoek van één plantje uit elke schaal direct, van de rest, bewaard in 70 % alcohol, later door kleuring met chloorzinkjood. De proef leerde, dat de worteltjes bij 5° C. absoluut niet, bij 30° C. weinig, bij 25° C. iets meer waren geïnfecteerd. De sterkste besmetting trad op bij 20°, 15° en 10° C. In het laatste geval waren de zoösporangiën alle in onrijpen toestand. In de plantjes, blootgesteld aan een temperatuur van 15° C., bevatten de sporangiën zoösporen en hadden halzen gevormd. Ten slotte bleken de worteltjes uit de thermostaat van 20° C. zeer sterk besmet te zijn en behalve rijpe ook leege sporenzakjes te herbergen, tevens werden bij deze exemplaren een paar rustsporen waargenomen.

Uit deze proef viel dus te concludeeren, dat het optimum voor infectie met Olpidium tusschen 15° en 20° C. te zoeken is.

Bij het bestudeeren van het binnendringen van Olpidium kwam het niet zoo zeer op de quantiteit als wel op de qualiteit van het infectiemateriaal aan. Ten einde een zoo zuiver mogelijke cultuur van de schimmel te verkrijgen, werd Olpidium gekweekt in steriele koolplantjes, groeiend ten getale van ± zes in buizen, welke voor een derde met puimsteen en Knop's oplossing gevuld waren. 15 October 1925 geschiedde de eerste infectie in 6 buizen door bijvoegen van steriel water, waarin de zoösporen van Olpidium uit zieke koolworteltjes waren opgevangen. Vijf dagen later werden twee plantjes uit één der buizen in steriel water afgespoeld en daarna gedompeld in een kleine hoeveelheid steriel water op den bodem van een buis. Het microscoop toonde aan, dat het vocht na eenigen tijd wemelde van de zoösporen en slechts weinig bacteriën telde, terwijl zich in de twee worteltjes leege en onrijpe zoösporangiën van Olpidium bevonden. De zoösporensuspensie zorgde voor infectie van steriele koolplantjes, inmiddels in andere buizen tot ontwikkeling gekomen. De pas behandelde buizen vertoefden een paar dagen in de thermostaat van 20° C., de optimale temperatuur voor infectie, en werden daarna in het licht gezet. Deze eerste overentingen leverden weer zoösporen voor een tweede serie buizen met steriele planten, deze voor een derde, enz. Steeds vonden dezelfde manipulaties toepassing. Tot 1 Februari 1926 werd aldus twaalf maal overgeënt.

De studie van 't binnendringen der zoösporen begon 17 Dec. 1925. Drie plantjes van cultuur no. 6, welke tien dagen tevoren was ingezet, werden in steriel water afgewasschen en de worteltjes gedeponeerd in een druppel steriel water op drie afzonder-

lijke steriele voorwerpglazen. In het eene geval zag men na een paar, in het andere na tien minuten de eerste zoösporen rondzwemmen. Enkele dagen tevoren, 14 December, was gedesinfecteerd bloemkoolzaad in een steriele petrischaal met vochtig filtreerpapier te kiemen gelegd. In elken druppel zoösporenvloeistof werd nu een steriel koolplantje gebracht en ieder objectglas geplaatst in een steriele petrischaal, waarvan de deksel van vochtig filtreerpapier was voorzien. Voormiddags 9.50, 10.10 en 10.20 uur kregen de schalen achtereenvolgens een plaats in de thermostaat van 20° C.

Na een uur zwommen nog eenige zoösporen rond. Half twaalf werd uit preparaat 1 het zieke wortelstukje verwijderd en een dekglas over 't worteltje van het steriele plantje gelegd. Uit 't microscopisch onderzoek was op te maken, dat de zoösporen tot rust waren gekomen, veelal lagen ze tegen de wortelharen aan. Om uitdrogen van het object te voorkomen, werd voorzichtig aan den rand van het dekglas steriel water toegevoegd. Aldus bleef het preparaat tot 1.50 uur n.m. onder het microscoop liggen. Toen was het tijdstip van binnendringen der zoösporen aangebroken. In het gezichtsveld lag een wortelhaar, met een zevental bolvormige lichaampjes van 3 μ, de tot rust gekomen zoösporen, tegen den wand gedrukt. Ongeveer om twee uur werd van twee der zoösporen de inhoud binnen en het omhulsel buiten het wortelhaar waargenomen. Klaarblijkelijk hadden de zoösporen dus een wandje gevormd, nadat zij tot stilstand waren gekomen. Een half uur later was het inwendige klompje eenigszins gerekt van vorm, om kwart voor drie schoot plotseling een rond lichaampje van $\pm$ 3 μ diameter met vrij snelle beweging in de richting van de basis van het wortelhaar. Het bolletje keerde echter op zijn weg terug, lag soms stil, veranderde nogmaals van koers, totdat eindelijk na eenige malen heen en weer trekken het regelrecht basaalwaarts bewoog en in de epidermiscel verdween. 't Was ongeveer drie uur, toen het hier aanlandde.

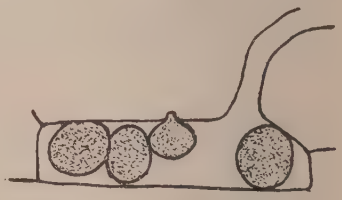
Dus in een uur tijds was de inhoud der zoöspore in het wortelhaar doorgedrongen en had de plaats zijner bestemming, de epidermiscel, bereikt. Eigen actieve beweging vertoonde het bolletje niet, hoogstwaarschijnlijk diende het stroomende protoplasma van het wortelhaar als vervoermiddel. In navolging van Miss Curtis (3), die in haar publicatie over *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. den term prosorus invoerde, stel ik voor in 't geval van Olpidium den naam prozoösporangium of kortweg prosporangium te geven aan de stadiën gelegen tusschen afgeronden zoösporeninhoud, zoodra deze door 't protoplasma

van 't wortelhaar wordt meegevoerd, en het begin van zoösporenvorming in het sporangium.

Ondertusschen was het om 3.03 uur een tweede zoöspore gelukt binnen te dringen en iets later een derde. Op een gegeven moment passeerden de twee prosporangiën elkaar binnen 't wortelhaar, het was moeilijk ze beide te volgen. Vijf minuten voor half vier verdween één ervan in de epidermiscel, iets later de andere.

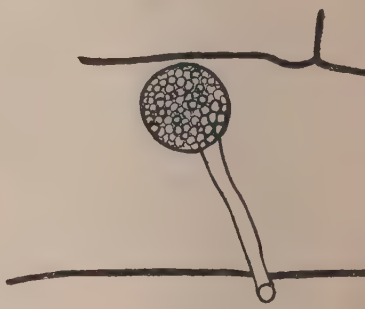
Een prosporangium, dat 4.13 n.m. in beweging geraakte, dreef

× 350. Fig. 1.



× 350. Fig. 2.

× 350. Fig. 3.



× 750. Fig. 4.

vrijwel regelrecht naar beneden en bereikte reeds na zeven minuten de epidermiscel.

Het wortelhaar vertoonde duidelijke litteekens, waar infectie had plaats gegrepen, en waar de resteerende zoösporenhuidjes nog aan de oppervlakte zaten. Er trad geen storende plasmolyse op.

's Middags om vijf uur werd het preparaat weer in de petrischaal teruggebracht en deze in de thermostaat van 20° C. gezet.

De prosporangiën van Olpidium werden reeds door Chupp (2) waargenomen als de 2—12 vreemde kernen van 3—4 μ diameter in wortelharen en epidermiscellen.

Den volgenden morgen leerde het microscopisch onderzoek, dat de in de epidermiscellen gearriveerde prozoösporangiën

van 3 μ zich ontwikkeld hadden tot lichaampjes van 8—13 μ diameter, terwijl ongeveer 24 uur later de grootte 13—17 μ bedroeg.

Het kunstmatig geïnfecteerde plantje in schaal 2 was van 17 December 10.10 v.m. ongehinderd in de thermostaat gebleven tot 19 December. Het worteltje werd toen iets plat gedrukt onder het dekglas en daarna met sterke vergrooting bekeken. Naar den top van den wortel toe bevonden zich prosporangiën van $\pm$ 17 μ diameter, bestaande uit grofkorrelig plasma. In één der epidermiscellen lagen twee dergelijke bolletjes tegen elkaar gedrukt, samen vormden ze een langwerpige protoplasma-massa (Fig. 1). Zouden mogelijk op deze wijze de langgerekte zoösporangiën gevormd worden, die veelvuldig naast de bolvormige optreden? Meer basaalwaarts hadden zich in den wortel reeds volwassen sporangiën, groot 20—27 μ, gevormd, gevuld met hyalien plasma en voorzien van halzen (Fig. 2). De langwerpige sporangiën, die ongeveer hun geheele hospescel innamen, bevatten al zoösporen (Fig. 3).

Ten slotte werden den 22sten December alle drie preparaten aan een onderzoek opgeofferd, door de worteltjes geheel plat te drukken. Het volgende beeld was te zien: rijpe (Fig. 4) en geledigde zoösporangiën, de laatste met geplooide, samengeschrompelde wanden, en tal van zoösporen, die het veld doorkruisten. Rustsporen werden niet waargenomen.

Nadat het infectieproces van Olpidium uit reincultuur bestudeerd was, werd op dezelfde wijze gewerkt met zoösporen uit potkoolplanten opgevangen. Deze gedroegen zich geheel overeenkomstig hun soortgenooten van de cultuur. Het gelukte, het binnendringen van één enkele zoöspore meer in details te vervolgen.

Den 29sten December 1925 werden steriele koolplantjes, opgegroeid in schalen met nat filtreerpapier, volgens bovengenoemde methode in aanraking gebracht met zoösporen, verkregen uit een zieke koolplant. 's Middags kwam het worteltje onder dekglas te liggen en ving het microscopisch uitzoeken van een geschikt wortelhaar aan. Weldra viel 't oog op één, die door tal van zoösporen was omgeven. Het beeld hiervan werd om half drie geteekend (Pl. VII, fig. 3*a*). Om 2.43 vertoonde het protoplasma van 't wortelhaar onder één der zoösporen (de tweede van links op de teekening) een uitpuiling. Van den wortelhaarwand af scheen er een fijn kanaaltje door heen te loopen. Langzamerhand ledigde de zoöspore haar inhoud in het wortelhaar. De helft van het zoöspore-plasma was om 2.44 dwars door de protoplasma-opzwelling van 't wortelhaar heen gevloeid en vormde aan 't

einde van 't nauwe kanaaltje een heel klein bolletje. Terwijl 2.47 uur de zoöspore voor een derde geledigd was, had de gansche inhoud zich om 2.53 uitgestort. Vijf minuten later had zich het prozoösporangium duidelijker afgerond en zich meer van 't protoplasma van het wortelhaar afgescheiden. Om drie uur was het iets zijwaarts verschoven, 3.02 liet het geheel los en werd door den stroom van het protoplasma in het wortelhaar voortgedreven (Pl. VII, fig. 3*b*—3*g*). Er verliepen dus 19 minuten tusschen de eerste aanwijzing van binnendringen der zoöspore en het in beweging zetten van het prozoösporangium. Dit veranderde

× 350. Fig. 5.

zoo nu en dan van richting en kwam ten slotte in de epidermiscel terecht.

Het preparaat werd in de thermostaat teruggebracht en den volgenden dag bekeken. 's Morgens 9.30 waren de prosporangiën 10 μ, 's middags 3.40 dezelfde 17 μ groot (Pl. VII, fig. 4).

Den daaropvolgenden dag 10 uur voormiddag kon men spreken van zoösporangiën: de lichaampjes waren 20—23 μ in diameter, droegen halzen en waren gevuld met zoösporen. Deze zwermden spoedig uit en drongen de nieuw gevormde wortelharen binnen. In de korte spanne tijds van 44 uur had zich dus een tweede generatie ontwikkeld.

De vraag deed zich thans voor, of de epidermiscellen ook direct geïnfecteerd kunnen worden.

Om hieromtrent nadere gegevens te verkrijgen, werden 11 Januari 1926 steriele koolplantjes uit een petrischaal met vochtig filtreerpapier geheel gedompeld in druppels van een zoösporen-suspensie op den bodem van een steriele petrischaal. De zoösporen waren uit potkoolplantjes afkomstig. De schaal, waarvan het deksel bekleed was met nat filtreerpapier, werd in de thermostaat van 20° C. gezet. Den 14den Januari bleek aan de stukjes afgetrokken opperhuid van het grensgedeelte tusschen wortel en hypocotyl, dat de cellen met wortelharen vol sporangiën zaten, de naburige cellen zonder wortelharen geen infectie vertoonden (Fig. 5).

Door koolplantjes in buizen met puimsteen en Knop's oplossing zoodanig met een zoösporen-suspensie te besmetten, dat het hypocotyl gedeeltelijk onder water stond, werd hetzelfde resultaat verkregen als in de vorige proef.

Olpidium gebruikt dus als ingangspoort de wortelharen der bloemkoolplant.

SAMENVATTING.

1. Bij de „achterblijvende" bloemkoolplanten op het veld te Utrecht werden twee parasieten aan het wortelstelsel opgemerkt: Olpidium en Rhizoctonia.

Zoowel het onderzoek van het verzamelde materiaal op het terrein zelve als de potproeven met „zieken" grond leerden, dat Olpidium zeer algemeen optrad en in tal van gevallen door Rhizoctonia werd vergezeld.

2. Verschillende infectieproeven met twee Rhizoctoniastammen, uit bloemkool geïsoleerd, leidden tot de conclusie, dat het achterblijven der bloemkoolplanten te Utrecht, wat de meest extreme gevallen betreft, op rekening was te stellen van Rhizoctonia.

Proefondervindelijk werd aangetoond, dat de kool-Rhizoctonia niet op aardappel en de aardappel-Rhizoctonia niet op kool parasiteert.

De studie van Gratz (4) over een dergelijke koolziekte in Amerika, de „wire stem of cabbage", voerde tot dezelfde resultaten, behalve dat de Amerikaansche kool-Rhizoctonia geen, de Hollandsche wel sclerotiën vormde op aardappelknollen van geïnfecteerde planten.

3. Tal van kunstmatige infecties met Olpidium, op verschillende wijze uitgevoerd, veroorzaakten een geringe groeivertraging der bloemkoolplanten. Het bleek duidelijk, dat groote

vochtigheid van den bodem de Olpidium-aantasting zeer in de hand werkte.

Olpidium zal bij de minst ernstige gevallen van het „achterblijven" der bloemkoolplanten op het terrein te Utrecht een rol hebben gespeeld.

In geen der infectieproeven met Olpidium werd rotting van het parenchymatisch weefsel onderaan het hypocotyl der koolkiemplantjes waargenomen, zooals Woronin (12) aangaf voor *Chytridium Brassicae*.

4. De fungus Olpidium van kool tastte tabak niet aan. Van de acht verschillende plantensoorten, verzameld op het „zieke" terrein te Utrecht, kwam Olpidium slechts bij twee sporadisch voor, namelijk in de wortels van biet en *Chenopodium album* L. Olpidium van kool schijnt dus vrij sterk gespecialiseerd te zijn.

5. De optimale temperatuur voor infectie der bloemkoolplant met Olpidium ligt tusschen 15 en 20° C.

De microscopische studie betreffende het binnendringen van Olpidium in de bloemkoolplant, uitgevoerd met zoösporen uit een reincultuur afkomstig als ook met zoösporen uit potplanten verkregen, leidde tot de volgende waarnemingen:

Na ruim een uur rondzwemmen kwamen de zoösporen tot rust, vaak tegen den wand van een wortelhaar liggend. Een paar uur later nam het infectieproces een aanvang. De eerste verandering was een kleine uitpuiling van het wandstandig protoplasma van het wortelhaar vlak onder een zoöspore. Door een nauw kanaaltje in genoemde plasmaopzwelling vloeïde de inhoud der zoöspore in tien minuten tijds naar binnen, het omhulsel aan den buitenwand van het wortelhaar achterlatend. De ingedrongen massa rondde zich af tot een bolletje van ongeveer 3 μ diameter, het z.g. prosporangium, dat weldra door het stroomende protoplasma van het wortelhaar werd voortgedreven. Na een her- en derwaarts bewegen gedurende 7—15 minuten bereikte 't prosporangium ten slotte de epidermiscel. Den volgenden dag bedroeg de diameter der prosporangiën 10—17 μ; vierentwintig uur later hadden zij zich tot rijpe zoösporangiën van 20—23 μ met zgn. halzen ontwikkeld, waaruit de zoösporen naar buiten traden en nieuwe infectie veroorzaakten.

Op de grens van hypocotyl en wortel vond infectie uitsluitend in de cellen met wortelharen plaats.

Wageningen, Aug. 1926.

Instituut voor Phytopathologie,
Laboratorium voor Mycologie
en Aardappelonderzoek.

THE RHIZOCTONIA- AND OLPIDIUM DISEASE OF CAULIFLOWER SEEDLINGS.

INTRODUCTION.

In the neighbourhood of Utrecht a peculiar disease among cauliflowers attracted attention in May 1925. After transplanting in the field many of the seedlings did not grow, their root system was poorly developed and some of them could be pulled out of the soil very easily. However most of the plants had recovered in June and at the end the profits resulting from the sale of the vegetable did not suffer much from the disease among the seedlings.

§ 1. MACROSCOPICAL AND MICROSCOPICAL STUDY OF THE DISEASED SEEDLINGS.

Between the healthy lateral roots of the seedlings a number of yellowish brown discoloured ones were observed, especially at the base of the main root. Microscopical examination of the brown root portions showed the presence of sporangia and resting spores of Olpidium. In May and June 13 diseased plants were collected: 11 of them contained Olpidium, whereas on the roots of 5 specimens Rhizoctonia was found.

§ 2. INOCULATIONS.

The cauliflower-variety "Haagsche vroege" was used in all experiments.

1. *Inoculation with infected soil from Utrecht.*

By transplanting healthy seedlings in pots with sterilised and untreated infected soil, the controls developed more vigorously than the others. The microscopical study of the roots showed that Olpidium was present in all cases and that Rhizoctonia often accompanied it. Therefore it was necessary to experiment with both fungi separately.

GRATZ (4) described a cabbage-disease in America, the so-called "wire stem", caused by *Corticium vagum* B. & C., with similar symptoms as observed among the cauliflower seedlings in Utrecht.

WORONIN (12) attributed the "damping off"-disease of cabbage seedlings to *Chytridium Brassicae* Wor.

MATHILDE BENSAUDE (1) mentioned the presence of Olpidium in the roots of cabbage seedlings, which developed quite normally. Her opinion is, that the fungus corresponds very closely to the description of *Olpidium brassicae* (Wor.) Dangeard given by WORONIN.

According to TOMSA (8) the "damping off" of cruciferous seedlings was caused by *Olpidium brassicae* Woron.

2. *Inoculation with Rhizoctonia.*

a. The seed of cauliflower was sown in soil contaminated before with two different strains of cauliflower-Rhizoctonia. After some days only a few plants appeared above the surface of the soil. Most of them were killed by the fungus immediately after germination (Table I).

b. The three remaining plants of the sowing pan, contaminated with strain K 9, were transplanted at the end of September in pots with sterilized soil.

c. Seedlings developed from seed, sown Aug. 12, 1925 in sterilized soil, were inoculated during transplanting.

Experiments *b* and *c* gave the same results: the plants did not grow, the leaves were limp, some of the plants were badly attacked at their foot, others resembled the diseased cauliflowers in Utrecht (Pl. VI, fig. 1).

Several cross-inoculations with the Rhizoctonia-strains from cauliflower and potato on both hosts showed that the strains were physiologically distinct from each other (Table II, Pl. VI, fig. 2). GRATZ (4) mentioned the same results. However the Dutch cauliflower-Rhizoctonia produced a number of small sclerotia on the tubers of inoculated potato plants, whereas the American cabbage strain failed to do so.

3. *Inoculation with Olpidium.*

As Olpidium is an obligate parasite, it was necessary to use living plants for media in the pure cultures of this fungus.

With regard to the inoculations two methods were practised. At the outset the contamination occurred in the following way:

Cauliflower seeds disinfected with mercuric chloride 2 $^0/_{00}$ germinated quickly in a Petri dish with Knop's solution agar. As soon as the plants had developed the cleaned roots of a diseased cauliflower from Utrecht were put into a small quantity of water. After 5—10 minutes the zoospores of Olpidium emerged. The water was filtered through a piece of lawn and examined under the microscope. On a rather dark back-ground the zoospores could be easily observed with a weak enlargement. When a sufficient number of zoospores were present, each root of the sterile seedlings in the Petri dish received a drop of the filtrate. After some days the plants contained a great deal of sporangia, other fungi being quite absent. Two or three of these inoculated plants were placed in a little pot with sterilized soil. In order to cultivate a large quantity of Olpidium, the number of plants was increased by sowing disinfected seeds all around them. The pots were abundantly watered. The produced zoospores might in this way frequently contaminate the healthy root parts.

As soon as the experiments demanded inoculation material the seedlings were removed from some pots, cleaned and put into a dish with water. The filtrate of the zoospore-suspension was added to the plants which had to be inoculated.

At intervals new Olpidium cultures were prepared.

In the later experiments another more practical method was applied:

Some vigorously-developed cauliflower plants, each of them growing in a pot with sterilized soil, were artificially infected with Olpidium. The rootsystem acted as a zoospore-reservoir. The pot was cleaned on the outside, placed on a sterile Petri dish and abundantly watered. When percolated for some time, the water in the dish contained many zoospores. In this way a large quantity of infection-material could be

obtained. Occasionally a drop of the water was examined under the microscope in order to see, if a sufficient number of zoospores was still present. After some days new sporangia had developed and it was possible to dwaw again from those plants.

Several inoculation experiments taught that an attack of the roots with Olpidium caused a slight delay in the growth of cauliflower seedlings. The roots of infected plants had a more yellowish colour than those of the controls.

The plants figured on Pl. VI, fig. 3 were inoculated from the day, they appeared above the surface of the soil. The contaminated seedlings and their controls always received the same quantity of water. After three weeks they were transplanted and a month later the examination of the seedlings began. They were divided into ten groups and tied up into bunches. Pl. VI, fig. 3 shows the less vigorous growth of the infected cauliflowers. The differences in weight are indicated on p. 223.

Table III contains the results of a comparison of the measurements of hypocotyl, stem and leaves of 59 infected plants with their checks.

It was shown experimentally that humidity of the soil supports in a large degree the infection with Olpidium.

The months of March, April and May in the year 1925 were characterized by a great number of rainy days. Besides, the experiments with the infected soil from Utrecht taught that water did not pass very quickly through it. Both agents will result into a bad attack of Olpidium. Therefore it is quite possible that the slighter cases of the disease among the cauliflower seedlings in Utrecht may be caused by Olpidium.

"Damping off" of the seedlings as Woronin (12) mentioned in his description of the cabbage disease caused by *Chytridium Brassicae* was never observed in any experiment. There was much more resemblance with the case studied by Mathilde Bensaude (1). When she was occupied in Wisconsin with a root disease of tomato and tobacco, she observed Olpidium in the roots. Sowing cabbage in the contaminated soil, the plants developed quite normally, still the roots were infected by Olpidium.

The fungus Olpidium mentioned both by Mathilde Bensaude and by the writer corresponded morphologically in many respects to the description of *Olpidium brassicae* (Wor.) Dang. given by Woronin. However Woronin observed the fungus in the hypocotyl cells and the writer never did so. Woronin described globular sporangia with one neck, whereas Mathilde Bensaude and writer observed both globular and elongated sporangia. The most elongated ones bore two to six necks.

De Wildeman (10 and 11) gave a description of *Olpidium Borzii*, since 1896 called *Olpidium radicicolum*, which was found in the roots of *Brassica oleracea* and *Capsella bursa-pastoris*. This Olpidium species had elongated sporangia with one to several necks.

It will be necessary to make a pure culture of the cabbage Olpidium originating from one zoospore, in order to observe, if the globular and elongated sporangia belong to the same species.

§ 3. The presence of Olpidium in cabbage and in other plants.

Olpidium was observed in the roots of cauliflower and cabbage in two different localities and in those of "green cabbage" on the infected ground in Utrecht.

The examination of the following plants: *Urtica urens* L., *Solanum nigrum* L., *Euphorbia* spec., *Stellaria media* Cyrillo, *Lamium purpureum* L., *Polygonum Persicaria* L., *Chenopodium album* L. and beet, growing on the fore-mentioned ground gave only positive results for Chenopodium and beet. Olpidium could sporadically be seen in the roots of these two Chenopodiaceae.

Inoculation experiments showed that tobacco was not attacked by the cabbage Olpidium. This fungus appears therefore to be specialized in a rather large degree.

Preissecker [see Sorauer (7)] and Peters & Schwartz (6) attributed the so-called "Gelbsucht", often connected with "damping off", to *Olpidium nicotianae*, probably a variety of *Olpidium brassicae*. Preissecker observed Olpidium also in the roots of *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea* and cabbage seedlings.

Mathilde Bensaude (1) mentioned the occurrence of Olpidium in the roots of tobacco and cabbage, the attacked plants developed quite normally.

§ 4. THE WAY IN WHICH OLPIDIUM PENETRATES INTO THE INTERIOR OF CAULIFLOWER SEEDLINGS.

The preliminary observation that the zoospores of Olpidium penetrated the root hairs of cauliflower (Pl. VII, fig. 1 and 2) confirmed the supposition of Chupp (2): "The organism (Olpidium) evidently enters by way of the root hairs." Chupp observed Olpidium when he was studying *Plasmodiophora brassicae* Wor. He mentioned the presence of 2—12 strange nuclei in root hairs and epidermal cells, from 3—4 μ in diameter, smaller than the nuclei of the host cells. According to Chupp, they appeared to be entire swarmspores containing no visible cytoplasm.

For an exact study of the way in which Olpidium enters its host, it was necessary to determine beforehand the temperature optimum of the infection. It was experimentally shown that it lay between 15 and 20° C.

In order to get a culture of Olpidium as pure as possible, the fungus was cultivated in sterile cauliflower seedlings growing in tubes with pumice and Knop's solution. The first inoculation occurred by adding a zoospore-suspension to the seedlings in six tubes. After 5 days two plants of one of the tubes were cleaned in sterile water and placed in a little water on the bottom of a tube. Microscopical examination showed in a short time the presence of many zoospores. The suspension was transferred to tubes with healthy seedlings. After having been exposed to a temperature of 20° C. in the incubator for some days, the tubes were placed on a light place in the room. In this way transferring occurred twelve times.

The study of the mode of infection began December 17, 1925. Three seedlings of culture no. 6 were cleaned in sterile water. Each of the roots was put into a drop of sterile water on a slide. After several minutes the zoospores started swimming about. On December 14 disinfected cauliflower seed had been spread on humid filterpaper in a Petri dish. Three of the developed sterile seedlings were placed in the drops one on a slide. In the humid atmosphere of Petri dishes, the covers of which were coated with watered filterpaper, the slides

were exposed to the temperature of 20° C. in the incubator, respectively at 9.50, 10.10 and 10.20 a.m.

After an hour some zoospores were still moving. They measured 3 μ in diameter. After removing the diseased root portion from slide no. 1 at 11.30 a.m., a cover glass was put on the root of the sterile seedling. Microscopic examination showed that a great deal of the zoospores had come to rest on the surface of the root hairs. In order to prevent a drying up of the object, sterile water was added carefully at the edge of the cover glass. The slide stayed under the microscope till 1.50 P. M. One of the root hairs surrounded by seven zoospores was minutely examined. At two o'clock two of the zoospores penetrated into the interior of the root hair leaving the empty spore-shells behind. Apparently the zoospores had been surrounded with a wall after they had come to rest. Half an hour later the plasma of Olpidium at the inside of the root hair-wall changed in shape and suddenly at 2.45 it was carried as a globular body of 3 μ in diameter by the streaming plasma of the host cell. It moved in different directions, till at last on its way to the base of the root hair, it disappeared in the epidermal cell. At that moment it was three o'clock.

Therefore in one hour Olpidium succeeded in penetrating through the root hair wall and entering the epidermal cell.

As Miss CURTIS (3) used the term prosorus for the first stages of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., I propose the name prosporangium for the stages between the beginning of transport of the zoospore-plasma by the root hair plasma and the formation of zoospores.

Meanwhile other zoospores had succeeded in entering and the same observations were made. One of the prosporangia, moving on at 4.13 P. M., floated nearly straight on to the base of the root hair and arrived in the epidermal cell already after seven minutes.

At five o'clock the slide was put back in the dish and incubator.

The 2—12 strange nuclei from 3—4 μ in diameter, in root hairs and epidermal cells, mentioned by CHUPP (2) will have been prosporangia of Olpidium.

Microscopic examination of the experiment seedlings showed after 24 hours prosporangia from 8—13 μ, after $\pm$ 48 hours prosporangia from 17 μ (Fig. 1), prosporangia from 20—27 μ with necks and hyaline plasma (Fig. 2) and oblong sporangia with zoospores (Fig. 3).

Exactly in the same way the experiment was made with zoospores produced by Olpidium present in the roots of cauliflower pot plants. The mode of infection of one zoospore was studied in detail. The contamination of sterile seedlings occurred in the morning of December 29, 1925. Microscopical examination began about half past two in the afternoon. One of the root hairs, surrounded by a great deal of swarmspores, was drawn with the camera lucida at 2.30 P. M. (Pl. VII, fig. 3a). At 2.43 the plasma of the root hair showed a protuberance just under one of the zoospores (the second from the left side). This zoospore emptied its contents in ten minutes through an extraordinarily narrow channel in the centre of the plasma-process within the root hair (Pl. VII, fig. 3b, c, d, e). After five minutes the prosporangium had rounded off (Pl. VII, fig. 3 f), at three o'clock it was lying a little aside (Pl. VII, fig. 3g) and at 3.02 it had become quite free and was transported by the root hair-plasma.

The time between the first indication of the penetration and the

loosening of the prosporangium was in the above-mentioned case 19 minutes.

The slide was placed back into the dish and incubator and examined again the following day. At 9.30 a.m. the prosporangia measured 10 μ, at 3.40 P.M. the same bodies were 17 μ (Pl. VII, fig. 4). The following morning at ten o'clock sporangia from 20—23 μ in diameter with necks and zoospores were observed. Soon the zoospores emerged and penetrated the young root hairs after some time. So a second generation had developed in 44 hours.

In order to study if Olpidium was able to enter the epidermal cells directly, sterile cauliflower seedlings from a Petri dish with moist filterpaper were put into drops of a zoospore-suspension at the bottom of a Petri dish, the cover of which was coated with humid filter paper. The plants were exposed to a temperature of 20° C. in the incubator. Three days later the microscopic examination of the epidermal tissue at the base of root and hypocotyl showed, that only the cells bearing root hairs were infected, the adjacent cells without root hairs had no sporangia at all (Fig. 5).

The same results were obtained from the experiment with cauliflower seedlings in tubes with pumice and Knop's solution. The contamination with a zoospore-suspension occurred in such a way that the surface of the water reached about halfway the hypocotyl.

It may be concluded that Olpidium penetrates only through the root hairs of its host.

GECITEERDE LITERATUUR.

(LITERATURE CITED)

1. Bensaude, Mathilde. A species of Olpidium parasitic in the roots of tomato, tobacco and cabbage. Phytopathology **13**: 451—454. 1923.
2. Chupp, Charles. Studies on clubroot of cruciferous plants. Cornell University Agr. Exp. Sta. Bull. 387: 419—452. 1917.
3. Curtis, K. M. The life-history and cytology of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.), Perc., the cause of wart disease in potato. Phil. Trans. Royal Soc. London, Series B, **210**: 409—478. 1920.
4. Gratz, Levi Otto. Wire stem of cabbage. Cornell University Agr. Exp. Sta. Memoir 85, 60 p. 1925.
5. Marchal, Emile. Recherches biologiques sur une Chytridinée parasite du lin. Bruxelles, imprimerie Xavier Havermans, 45 p. 1901.
6. Peters, L. & Schwartz, M. Krankheiten und Beschädigungen des Tabaks. Mitt. Kais. Biol. Anst. f. Land- und Forstw., **13**: 9—10. 1912.
7. Sorauer, Paul. Handbuch der Pflanzenkrankh. Bd. II, Teil 1: 142. 1921.
8. Tomsa, Karel. Význačné choroby pařeništních rostlin. (Die wichtigen Erkrankungen bei Mistbeetpflanzen.) Ochrana rostlin, Prag. **4**: 35—37. 1924 (Orig. not seen). Abstr. in Centralbl. f. Bakt. II, **64**: 290. 1925.
9. Wellensiek, S. J. Infectieproeven met Rhizoctonia en Moniliopsis op tomaat en aardappel. Tijdschr. Plantenz. **31**: 235—250. 1925.

10. De Wildeman, É. Notes mycologiques. Ann. Soc. belge de microscopie, **17**: 5—32. 1893.
11. ——— Notes mycologiques. Ann. Soc. belge de microscopie, **20**: 19—64. 1896.
12. Woronin, M. *Plasmodiophora Brassicae*. Urheber der Kohlpflanzen-Hernie. Jahrb. wiss. Bot. **11**: 556—560. 1878.

VERKLARING DER PLATEN.

Plaat VI.

Fig. 1. Grondinfectieproef met Rhizoctonia, geïsoleerd uit bloemkool. Twee maanden oude bloemkoolplanten werden 19 Oct. 1925 in potten met besmette aarde gezet.
Voorste rij links: aarde geïnfecteerd met stam K 12.
Achterste rij links: aarde geïnfecteerd met stam K 9.
Beide rijen rechts: contrôle.
Gephotographeerd 30 Oct. 1925.

Fig. 2. Bloemkoolkiemplantjes, gezaaid 14 Nov. '25, werden den 27en November geïnfecteerd met:
den kool-Rhizoctonia-stam K 12 in den voorsten bak links: alle plantjes omgevallen;
den kool-Rhizoctonia-stam K 9 in den achtersten bak links: vele plantjes omgevallen;
den aardappel-Rhizoctonia-stam in de beide bakken rechts: geen enkel plantje omgevallen.
Gephotographeerd 2 Dec. 1925.

Fig. 3. *a*. 5 partijen ± 8 weken oude bloemkoolplanten, vanaf de eerste ontwikkeling geïnfecteerd met Olpidium.
b. De bijbehoorende contrôle-partijen.
Gephotographeerd 16 Juni 1925.

Plaat VII.

Fig. 1. Het binnendringen van de zoösporen van Olpidium in de wortelharen van een bloemkoolplantje. × 100.
Gephotographeerd 3 Juni 1925.

Fig. 2. Een binnendringende zoöspore sterker vergroot. × 650.

Fig. 3. Binnendringende zoösporen van Olpidium in een wortelhaar van een bloemkoolplantje. × 750.
Geteekend met teekenprisma 29 Dec. 1925.
a. Toestand om 2.30 n.m.
b. „ „ 2.43 „
c. „ „ 2.44 „
d. „ „ 2.47 „
e. „ „ 2.53 „
f. „ „ 2.58 „
g. „ „ 3.— „ : het prosporangium bijna vrij.

Fig. 4. Epidermiscel van hetzelfde worteltje als in fig. 3 met prosporangiën. × 350.
Geteekend met teekenprisma 30 Dec. 1925, 3.40 n.m.

DESCRIPTION OF PLATES.

Plate VI.

Fig. 1. Soil inoculations with Rhizoctonia isolated from cauliflower. Two-month-old cauliflower seedlings were transplanted in pots with contaminated soil October 19, 1925.
First row at the left: soil inoculated with strain K 12.
Second row at the left: soil inoculated with strain K 9.
Both rows at the right hand: controls.
Photographed October 30, 1925.

Fig. 2. Cauliflower seedlings, sown November 14, 1925, were inoculated November 27 with:
the cauliflower-Rhizoctonia strain K 12 in the first pan at the left: all plants showing "damping off";
the cauliflower-Rhizoctonia strain K 9 in the second pan at the left: many plants showing "damping off".
the potato-Rhizoctonia strain in both pans at the right: no plants showing "damping off".
Photographed December 2, 1925.

Fig. 3. *a*. 5 bunches of ± 8-week-old cauliflower seedlings artificially inoculated with Olpidium from the first moment they developed their cotyledons.
b. The corresponding control-bunches.
Photographed June 16, 1925.

Plate VII.

Fig. 1. The penetration of the zoospores of Olpidium into the interior of the root hairs of a cauliflower seedling. × 100.
Photographed June 3, 1925.

Fig. 2. A penetrating zoospore. × 650.

Fig. 3. Penetrating zoospores of Olpidium into the interior of a root hair of a cauliflower seedling. × 750.
Drawn with camera lucida on December 29, 1925.
a. Stage at 2.30 P.M
b. „ „ 2.43 „
c. „ „ 2.44 „
d. „ „ 2.47 „
e. „ „ 2.53 „
f. „ „ 2.58 „
g. „ „ 3.— „ : prosporangium nearly loosened.

Fig. 4. Epidermal cell of the same root as in fig. 3 with prosporangia. × 350.
Drawn with camera lucida on December 30, 1925, at 3.40 P.M.

Fig. 1.

Fig. 2.

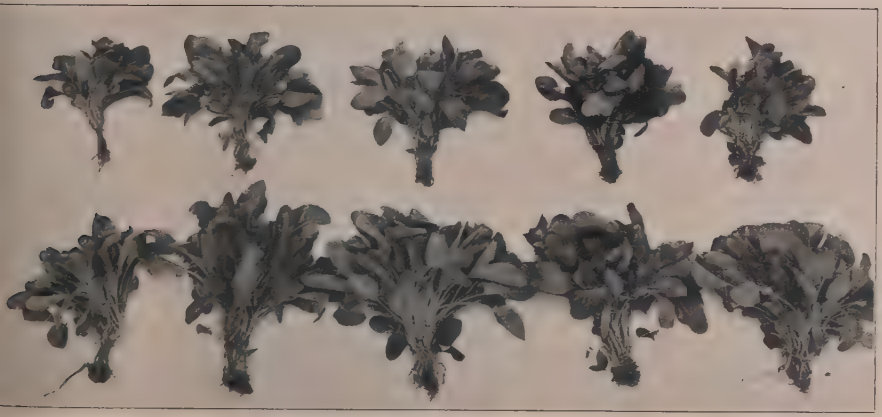


Fig. 3.

van J. v. d. Peppel Bzn en J. Boekhorst.

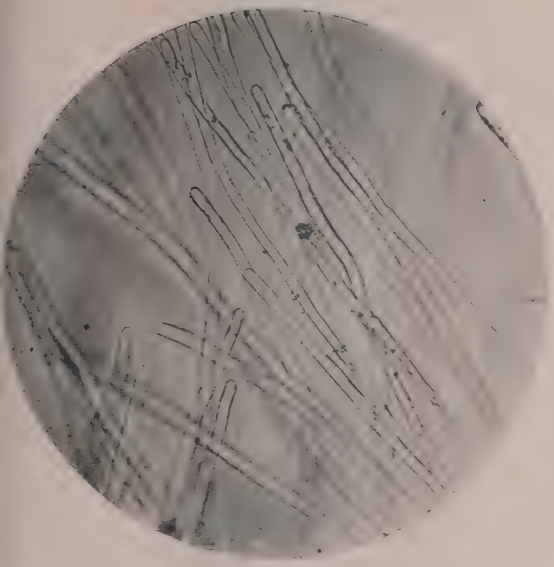


Fig. 1.

Fig. 2.

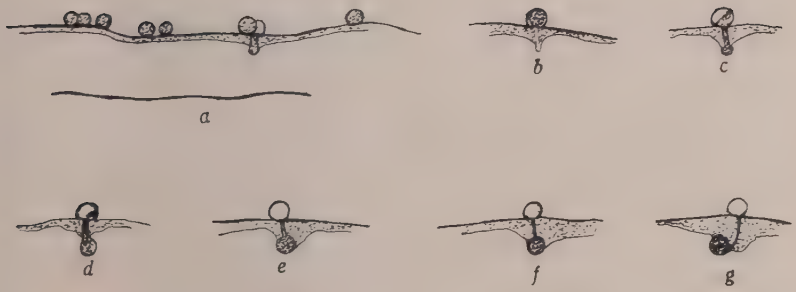


Fig. 3.

Fig. 4.

BOEKBESPREKING

Dr. E. Hiltner: *Die Phaenologie und ihre Bedeutung*. Heft 8 uit de Serie „Naturwissenschaft und Landwirtschaft". Verlag Dr. F. P. Datterer & Cie., Freising-München. 10 Mrk, bij intekening op de Serie 7,5 Mrk.

Het was een gelukkige gedachte van de Redaktie dezer Serie (F. Boas, C. Neuberg, A. Rippel) om de Phaenologie op te nemen onder de vakken, waarvan de landbouwkunde notitie dient te nemen. Want in de laatste jaren wordt haar belang voor de praktijk hoe langer hoe meer ingezien en het verband steeds meer gelegd; ja, zelfs richten zich vele aangevangen onderzoekingen direkt op landbouwkundige vraagstukken. De vader van de schrijver, Dr. L. Hiltner (gest. 1923) had reeds in Beieren menig dusdanig phaenologies vraagstuk ter hand genomen, in zijn hoedanigheid van Voorzitter der „Bayrische Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz", en de zoon, in gelijke richting werkende, was dus als schrijver van een werk als boven aangeduid, min of meer aangewezen. Niet alleen met vraagstukken betreffende de teelten zelf, maar ook met die van de plantenziekten en -beschadigingen is dikwels phaenologie gemoeid, zodat ook in het Tijdschrift voor Plantenziekten een korte bespreking van het geschrift op haar plaats is, waarvoor de Redaktie mij uitnoodigde.

Het werkje is slechts 86 blz. groot met 2 gekleurde kaarten (roggebloei- en roggeoogst-kaarten) en een 11-tal zwarte kaarten en grafieken tussen de tekst. Maar in dit korte bestek staat heel wat wetenswaardigds in gedrongen vorm. De laatste helft bespreekt uitsluitend de phaenologie van de rogge in Beieren, dit opstel staat dus meer buiten de sfeer van het Tijdschr. voor Plantenziekten. De eerste helft daarentegen geeft een algemeen inzicht in het phaenologies werk, en is derhalve voor elk praktijkvak, ook voor de Phytopathologie, van belang. Het brengt, eigelik voor het eerst, een kort, maar flink overzicht over de verschillende richtingen en mogelikheden van onderzoek op dit gebied, en het loont zeer de moeite, daar kennis van te nemen.

Aan de hand van de ontwikkelingsgeschiedenis der phaenologie worden wij gewaar, hoe in de loop der tijden doel en werkwijzen veranderingen hebben ondergaan. Linnaeus trachtte reeds in 1751, uit de waarnemingen van 18 stations in Zweden en Finland geografiese en klimatologiese verschillen te destilleren. Verder worden genoemd Schübler (Tübingen) en Karl Fritsch (Weenen), welke laatste in samenwerking met Quete-

LET (Brussel) in 1857 een instructie voor internationale waarneming opstelde, die op een statisties congres te Londen wel werd aangenomen, maar waaraan geen verder gevolg is gegeven; de voorstellers bleven zich ondertussen wel zelf met phaenologiese vraagstukken bemoeien. Eerst een 25 jaren later werd door HOFFMANN te Giessen, daarin later bijgestaan door zijn leerling IHNE (tans te Darmstadt) een meer suksesvolle poging aangewend, alleen voor Midden-Europa, speciaal Duitsland en nog weer in 't biezonder Hessen, en hieruit ontstonden achtereenvolgens de voorjaarskaarten van 1881 (HOFFMANN) en 1905 (IHNE). Nog worden vermeld o.a. WIMMENAUER, KARSTEN, DRUDE en L. HILTNER, van welke de laatste zich vooral in Beieren verdienstelik maakte (evenals IHNE in Hessen en A. D. HOPKINS in Amerika), om de phaenologie in dienst te stellen van Plantenteelt en Plantenbescherming. Verder heeft in 1921 de Biologische Anstalt in Berlin-Dahlem een Phaenologiese Rijksdienst ingesteld, ook met landbouwkundige doeleinden. In Nederland werd in hetzelfde jaar de Phaenologische Vereeniging opgericht, die zich evenzeer mede op kultuurgebied beweegt.

De schrijver bespreekt verder, hoe door de stadiën van pure liefhebberij en jacht op het vaststellen van „thermische constanten" (= temperatuursommen) zich langzamerhand vaste, en meer uitstralende lijnen in het streven beginnen af te tekenen. Zo b.v. de pogingen van ENQUIST, om de meteorologiese gegevens in verband te brengen met de begrenzing van de plantgebieden tegen een te warme en een te koude naastliggende zone, niet alleen voor wilde maar ook voor kultuurplanten. Deze zullen buiten die beide grenzen, ook al kunnen zij er nog groeien, minder goed allerlei aanvallen kunnen weerstaan, en de ziekten en beschadigingen zullen daar meer vrij spel kunnen hebben. Dergelijke gebiedsbeperkingen zijn ook reeds af te leiden uit de voorjaarszonenindeling van IHNE. — Ook tracht men het tijdstip der plantenontwikkeling in verband te brengen met Geogr. Breedte, Lengte (n.l. afstand tot de Oceaan) en vertikale geleding, en daarnaar de grenzen en duur der z.g. „Botanische jaargetijden" voor verschillende streken vast te stellen (b.v. vóórlente, eerste lente, volle lente, vóórzomer, volle zomer, vóórherst en volle herfst), welke voor een kontinentaal en een zeeklimaat nog al wat uiteenlopen in onderlinge duurverhouding. Een kontinentaal klimaat heeft b.v. kortere voorjaars- en langere zomerperioden. — Zo wijst de schrijver ook op het noodzakelike van een phaenologiese bestudering der bodemflora, speciaal der mikroflora. Reeds L. HILTNER uitte de onderstelling dat b.v. een sterke uitwintering van rode klaver zou kunnen

samenhangen met het feit, dat de pharnologiese fasen der wortelbacteriën in sommige streken in ongunstig rhytme zouden verlopen met de phaenologiese ontwikkeling der klaverplanten boven den grond. Of dat b.v. bij andere gewassen de salpetervorming uit ammoniak op het tijdstip van de groei nog niet genoegzaam gevorderd zou kunnen zijn, of iets dergelijks.

Ook in de dierenphaenologie zijn vorderingen gemaakt. Bepaalde deze zich in vroeger tijd meer tot het noteren van opvallende verschijnselen als het kwaken van kikkers, de terugkomst van de ooievaar en dergel., de phaenologie vraagt ook tans naar tijdstippen, oorzaken en verloop van tijdelike vermeerdering of sterke verhuizing van diersoorten; waaronder vele, die op de kultuur een schadelike of nuttige invloed hebben. Hier staan we op de grens van phaenologie, dierengeografie en biologie in engere zin. Het optreden van plantenziekten door plantaardige organismen veroorzaakt (schimmels, bacteriën, plotselinge uitbreiding van woekerplanten) staat hiermee op één lijn. Een snelle mededeling van naderend onheil kan daarbij verder gelegen streken ten goede komen in het nog tijdig toepassen van afweermaatregelen; het opsporen van de phaenologiese wetten der verbreiding geeft daarbij een vastere basis. (In vele gevallen kan ruime publiciteit gewenst zijn; men moet zich evenwel niet verhelen, dat de vaak overdreven roep, die van zulk een openbaarmaking uitgaat, soms tot ongemotiveerde commercieele toestanden kan leiden, en al of niet gewild een voorwendsel kan worden voor in de lucht zittende protectiemaatregelen; voorzichtigheid is dus hier gewenst. Ref.). Dierphaenologie kan verder nuttig werken door vermeerdering van de kennis van het vogelleven (trek en voortplanting) daar de vogelwereld een tegenwicht vormt tegenover de zich bij de kultuur steeds abnormaal vermeerderende insektenwereld. (In ons land wordt door de heer Wolda en zijn staf in en naast het werk van de Plantenziektenkundige Dienst in die geest reeds veel nuttig werk verricht. Ref.).

Door L. Hiltner is reeds langere tijd geleden het phaenologies waarnemingsnet van Beieren in dienst van de plantenbescherming gesteld; zo b.v. door de tijdige vermelding van het optreden van *Fusarium* in het graan, waardoor op de noodzakelikheid der ontsmetting van het gewonnen zaaizaad de algemene attentie kan worden gevestigd.

De kaarten, waarop de zonen van gelijktijdige phaenologiese ontwikkeling zijn aangegeven, kunnen ook geraadpleegd worden bij de klimatherapeutiese waardebepaling van badplaatsen, dus in dienst der mediese wetenschap. Maar vooral bij de keus van

kulturen, zoals IHNE's kaarten van Hessen omtrent de verbreiding van wijn, vlas, groenten, enz. bewijzen. Ook voor de keus van bepaalde voor 't klimaat geschikte varieteiten, waarbij b.v. rekening kan worden gehouden met de kans resp. op smakelikheid, suikergehalte (suikerbieten) of gehalte aan specerijen of geneeskrachtige stoffen, maar ook in 't biezonder met het weerstandsvermogen tegen ziekten zoals reeds boven werd vermeld.

In Amerika heeft A. D. HOPKINS de afhankelikheid van het optredingstijdstip van bepaalde verschijnselen uitgedrukt in zijn „bioklimatiese wet", waarvan de nadere formulering (verband met de reeds bovengenoemde invloeden van Breedte, oceaanafstand en hoogte, als basis voor de zonenindeling) ons hier te ver zou voeren. Wel wil ik hier de toepassing in Amerika van het verband tussen zonenindeling en ontwijking van de aanval der „Hessenvlieg" (*Mayetiola destructor*) even gedenken, welke vlieg dikwels zeer grote schade aanricht aan de ontkiemende tarwe. Het komt er n.l. op aan, de tarwe pas aan het einde van de algemene vliegtijd van dit insekt uit te zaaien, zodat de kiemplantjes eerst verschijnen als het grote gevaar voorbij is. Door nauwkeurige waarnemingen wordt op enkele daarvoor geschikte stations jaarliks het optreden van het insekt vastgesteld; de uitzaai in de met die stations overeenkomende phaenologiese zonen kan dan daarmee rekening houden.

Verder tracht men voor de bepaling van sommige arbeidsdatums in plantenteelt en -bescherming gemakkelik in 't oogvallende aanwijzingsverschijnselen vast te stellen, aan algemeen voorkomende planten; waardoor de ouderwetse traditionele kalenderdata als St. Jan of St. Jacob door wisselende data van onderling gelijke phaenologiese waarde kunnen worden vervangen, om daarmee de grootste productiviteit en het grootste weerstandsvermogen te bereiken. (Daarbij wordt echter verondersteld, dat vervroegings- of vertragingstijd ten opzichte van het gemiddelde, voor de in aanmerking komende te vergelijken jaren jaarliks zouden overeenkomen, iets, wat blijkens mijn ondervinding een onjuiste veronderstelling is. Het geconstateerde gemiddelde samenvallen van de vroege appelbloei en het ontluiken der eiken behoeft b.v. niet voor elk jaar door te gaan. Ref.)

Het tweede opstel (dat over de phaenologie van de winterrogge in Beieren) is zeer belangrijk, maar de bespreking er van valt meer buiten het kader van een Tijdschrift voor Plantenziekten. Uit het eerste opstel heb ik, onder mededeling van algemeenheden, zoveel mogelik naar voren gebracht de punten, die hier wel thuis behoren. Het is zoals gezegd, een duidelike omschrijving van de mogelikheden ook in hare toepassingen naar

allerlei richtingen van het phaenologies onderzoek. Slechts mis ik daarbij de vermelding van de pogingen, om de jaarlikse wisseling in de optredingsdata op fysiologiese, eventueel anatomiese oorzaken terug te voeren; trouwens op dit punt zijn wij nog niet veel meer dan veronderstellingen rijk; deze moeten echter als werkhypothesen dienen, om aan nieuwe waarnemingen te worden getoetst, mogelik in enkele gevallen aan proefnemingen.

Ik raad echter elkeen, die zich wat meer ingaand met de grondslagen der kulturen en der ziektebestrijding bezig houdt, dit boekje te lezen, al is de prijs 10 Mrk ook wat hoog voor de omvang (men denke echter aan de kosten der twee gekleurde kaarten!). Het geeft een ruimer inzicht in de samenhang tussen verschillende verschijnselen en opent vele perspectieven.

Wageningen. Augustus '26. DR. H. BOS.

BEKNOPTE AANTEEKENINGEN OP PLANTENZIEKTENKUNDIG GEBIED

DOOR

PROF. DR. J. RITZEMA BOS.

52. De mijt der pokziekte van den appelboom en hare bestrijding. In „Oregon Station Quart. Bull., 1925", no. 3, blz. 108, handelt L. CHILDS over *Eriophyes pyri*, de galmijt, die bekend is als de oorzaak van de „pokziekte der perebladeren". (Zie hierover o.a. RITZEMA BOS en SCHOEVERS, „Ziekten en Beschadigingen der Ooftboomen en Bessestruiken", 2e druk, deel II, blz. 172). Deze ziekte der perebladeren komt bij ons te lande vrij algemeen voor. Men vindt de pokken, die door de genoemde galmijt worden veroorzaakt, hier ook wel op lijsterbesbladeren; het is verder bekend, dat in Noord-Amerika ook wel de bladeren van appelboomen worden aangetast, iets wat in Nederland, en — voorzoover ik weet — ook elders in Europa nog nergens werd waargenomen, behalve enkele malen in Engeland. CHILDS deelt mee dat de perebladgalmijt plotseling sedert 2 of 3 jaar in eene streek in 't Noord-Westen van Amerika op appelboomen is verschenen als oorzaak van pokziekte, dat zij zich daar zeer snel verbreid heeft en oorzaak is geworden van groote schade. Zij tast daar zoowel de vruchten als de bladeren aan. Deze ziekte der appelboomen is tegenwoordig reeds verbreid over Britsch Columbia, de Yakima- en Wanatchee-distrikten, Spokane, Oostelijk en Zuidelijk Oregon en in de Hood River Valley. De galmijt, die de pokziekte der appelboomen veroorzaakt, is morphologisch niet te onderscheiden van die, welke de perebladeren aantast; maar zij vormt toch een afzonderlijk biologisch ras: de schrijver

zag in een boomgaard volkomen gezond gebleven pereboomen naast appelboomen, die in zoo sterke mate waren aangetast, dat zij vrij wel geheel ontbladerd waren, en omgekeerd vond hij sterk aangetaste pereboomen vlak bij volkomen gezond gebleven appelboomen.

CHILDS veronderstelde dus dat de appelgalmijt niet van de pereboomen op de appelboomen zou zijn overgegaan, en omdat zij zich plotseling op laatstgenoemde vruchtboomen had vertoond, waarop zij voorheen niet was waargenomen, zocht hij naar een ander inheemschen boom of struik, vanwaar zij zich naar den appelboom zou hebben kunnen begeven. Op grond van verscheiden waarnemingen acht hij het niet onwaarschijnlijk, dat de sneeuwbes of het radijsboompje (*Symphoricarpus racemosus*) de oorspronkelijke voedsterplant van de appelgalmijt zal blijken te zijn. Op dezen struik toch vond hij gallen, die door eene gelijksoortige galmijt werden veroorzaakt, en altijd bevond hij dat appelboomen door de pokziekte waren aangetast, wanneer er pokzieke sneeuwbesstruiken in de buurt waren.

De eerste appelboom-aantasting werd waargenomen in 1920 in een boomgaard in een afgelegen dal, waar geen pereboomen stonden. Reeds in 1923 was de schade zoo groot, dat de boomen in Augustus bijkans al hunne bladeren hadden verloren en dat de meeste appelen geheel bruin, roestig waren en van weinig waarde. De galmijten n.l. tasten niet alleen de jonge, pas tot ontplooiing gekomen bladeren aan, maar eveneens de bloemen, de bloemstengels en de vruchten. De jonge, aangetaste appelen komen wel tot verdere ontwikkeling, maar zij worden bruin en roestig, soms geheel misvormd. Als zij over een groot gedeelte van de oppervlakte zijn aangetast, krijgen zij vaak barsten. Eenigszins aangetaste appelen brengen slechts een geringen prijs op, ernstig aangetaste appelen kunnen slechts als „potappelen" worden verkocht en kunnen zelfs onverkoopbaar worden.

Als middel ter bestrijding wordt door CHILDS aanbevolen het bespuiten met Californische pap om de uit de knoppen wegtrekkende mijten te dooden; dit moet dus geschieden liefst op zonnige dagen in 't voorjaar, wanneer de knoppen beginnen open te gaan. Verder gebruikt hij eene petroleum-emulsie, die de knoppen binnendringt en daar de mijten doodt. Eene carbolineum-bespuiting (1 op $7\frac{1}{2}$) in den laten winter, zooals RITZEMA BOS en SCHOEVERS („Ziekten en Beschadigingen der Ooftboomen en Bessestruiken", 2e druk, deel I, blz. 64 en deel II, blz. 173) aangeven voor de bestrijding van de pokziekte der pereboomen, zou stellig ook bij de bestrijding van de galmijten van den appelboom aanbeveling verdienen. —